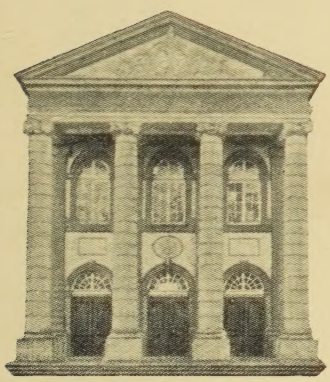
Botanical Pool Journal

64e Année 3me Trimestre 1958 No 3

COMMONWEALTH BUREAU
OF
PASTURES AND FIELD CROPS
7 OCT 1958 13.10.58

ANNALES DE GEMBLOUX



ASSOCIATION DES INGÉNIEURS SORTIS DE L'INSTITUT AGRONOMIQUE
DE L'ÉTAT A GEMBLOUX

SOMMAIRE

P. MARTENS. — *La formulation des engrais chimiques par le calcul équivalent* 215

M. FUCHS. — *Les parasites mycologiques du sapin de Douglas, Pseudotsuga taxifolia* (LAM) BRITT 245

G. DELVAUX. — *Les conditions de l'agriculture* 263

BIBLIOGRAPHIE 274

Comité de Rédaction.

Président : Hoed, Fr.

Secrétaire : Brismée, J.-M.

Trésorier : Lambion, R.

Membres : Demortier, G. ; Favresse, S. ; Ragondet, G. ; Steyaert, R. ; Thomas, R. ; Van Hagendoren, G.

Secrétaire de Rédaction : Georlette, R. (tél. 25.88.77).

Compte chèques-postaux n° 1660.59 : Association des Ingénieurs de Gembloux, 4, avenue des Narcisses, Bruxelles 18.

Compte-courant n° 64.431 de l'Association à la Société générale de Belgique, à Bruxelles.

ABONNEMENTS : *Prix nets (+ taxe éventuelle).*

	Particuliers	Bibliothèques publiques et librairies
Belgique et Grand-Duché de Luxembourg ..	300 fr. ...	240 fr. ...
Congo belge	325 fr. ...	260 fr. ...
Autres pays	350 fr. ...	280 fr. ...

LE NUMÉRO :

Belgique et Grand-Duché de Luxembourg ..	80 fr. ...	64 fr. ...
Congo belge	85 fr. ...	68 fr. ...
Autres pays	90 fr. ...	72 fr. ...

Les abonnements sont souscrits auprès du Trésorier de l'A.I.Gx., M. R. Lambion, 4, avenue des Narcisses, Bruxelles 18 (tél. 74.40.79.)

Les publications originales sont signées par les auteurs qui en assument l'entière et exclusive responsabilité.

Les « Annales de Gembloux » acceptent l'échange avec toutes les revues scientifiques traitant des matières agronomiques. Il sera rendu compte de tout ouvrage dont un exemplaire parviendra au Secrétaire de Rédaction.

La reproduction ou la traduction des articles n'est autorisée qu'après accord avec la Rédaction.

ENGRAIS

INDISPENSABLE

LE PHOSPHATE THOMAS

apporte au sol

Acide phosphorique, Chaux, Magnésie et Manganèse,

conserve et améliore les qualités physiques de

CHAQUE TERRE

Service Agronomique
des Producteurs Belges et Luxembourgeois
de Scories Thomas,
47, Rue Montoyer,
BRUXELLES.

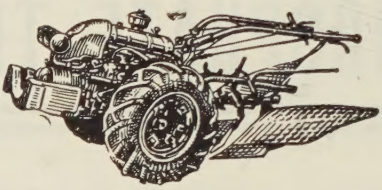
ACHETER

un Motoculteur **SIMAR** ***c'est acheter***

— la sécurité dans la qualité du travail,
— la sécurité dans le fonctionnement de votre motoculteur,
— la sécurité dans la durée de votre machine,
— la sécurité dans la qualité des réparations,
— la sécurité des pièces de rechange toujours en stock.

Gamme complète des Motoculteurs SIMAR - 5 CV, 8 CV, 10 CV, 12 CV.

MOTEUR A ESSENCE, PETROLE et DIESEL.



Demandez une démonstration ou des renseignements à

Charles GUINAND

58-62, Grande rue au Bois, BRUXELLES 3. — Tél. 15.60.93.

TIRLEMONT

Sucres blancs de tous calibres

Vergeoises et cassonades « Graeffe »

Exigez-les en emballage d'origine.

C'est la qualité de la confiture

MATERNE

qui a fait sa renommée.

Les progrès réalisés depuis 60 ans par cette firme — la plus importante de Belgique — vous sont un sûr garant de la valeur de ses produits.

La première installation belge de "Quick-Freezing"
Fruits et Légumes surgelés à — 40° Frima.
Pectine liquide et sèche.
Conserves de légumes.

Ets. E. MATERNE, Jambes-Bruxelles-Grobbendonk.

ÉTABLISSEMENTS

Fresnes Nord **BATTAILLE FRÈRES** Basècles Hainaut

ACIDE SULFURIQUE
SUPERPHOSPHATE
ENGRAIS COMPLETS
« FERTICILINE »
POUR L'AGRICULTURE et L'HORTICULTURE.

ALIMENTS MÉLASSÉS

JAVA-SEILLES
(Bas-Oha)

A·C·B·I

Tél. 215.71
(5 lignes)

FOURNIT

LES MATIERES PREMIERES SIMPLES ET COMPOSÉES
destinées à l'Agriculture

FABRIQUE

LES ENGRAIS GRANULÉS

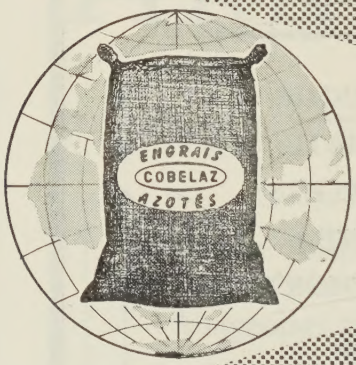
PRODUMAX

LES ALIMENTS COMPOSÉS

S·T·A·R

les ENGRAIS AZOTES

COBELAZ



sont exportés dans le monde entier

SANDERS SANDERS SANDERS

DANS LE DOMAINE DE L'ÉLEVAGE

LE SERVICE AGRONOMIQUE

SANDERS

doublé d'un service de recherches biologiques
et d'une équipe de chimistes assure

ALIMENTATION ÉQUILIBRÉE
RENDEMENTS ACCRUS
SUCCÈS SANS PRÉCÉDENT

SANDERS SANDERS SANDER

ANCIENNE MAISON LOUIS SANDERS
Société Anonyme
47-51, RUE HENRI WAFELAERTS
Tél. 37.12.35
BRUXELLES

SANDERS SANDERS SANDERS

LA POTASSE appliquée sous forme de

Sel brut-sylvinite 17 % de K_2O

ou Chlorure de potassium 40 % de K_2O

ou Sulfate de potasse 48 % de K_2O

avec

L'ACIDE PHOSPHORIQUE appliqué sous forme de **FERTIPHOS** 38 à 39 % P_2O_5 sol. cit. d'Am.

assurent aux cultures des rendements élevés et des produits de qualité.

COMPTOIR GÉNÉRAL DES SELS ET ENGRAIS POTASSIQUES S. A.

COGEPOTASSE

53, Boulevard du Midi
BRUXELLES

Bureaux Régionaux :

ARLON
Rue Hamélius, 22
Tél. 210.83

TONGRES
Rue des Marais
Tél. 310.42

POUR LE CONGO BELGE, demandez également les **ENGRAIS COMPOSES EQUILIBRES** et l'**ALIPHOS** (phos. bicalcique précipité), aliment indispensable au bétail.

CONGOPOTASSE

STANLEYVILLE
Boîte postale 2.019

GOMA
Boîte postale 360

ANNALES DE GEMBLOUX

64e Année. 3e Trimestre 1958. No 3

La formulation des engrais chimiques par le calcul équivalent

par

Pierre H. Martens,
Professeur à l'Institut agronomique de l'État à Gembloux.

Alors qu'on a, pendant longtemps, cherché à préparer des engrais mélangés offrant une teneur déterminée en principes fertilisants essentiels, certains cherchent aujourd'hui à restituer au sol par les engrais, un équilibre de substances minérales biogéniques.

La quantité de matière à répandre par hectare devient ainsi accessoire : son importance n'interviendra que dans la densité de l'épandage et dans l'économie des opérations de manutention.

La formulation d'un équilibre, exprimé en ions équivalents, ne présente guère de difficulté ; c'est une opération assez courante en question d'analyse des eaux minérales.

L'exposé qui suit est destiné plus spécialement aux agronomes qui désirent calculer et préparer leurs mélanges sur la base des formules équilibrées développées en Belgique par Charliers [2] et Homès [4].

I. PARTIE THÉORIQUE

A. Rappels généraux.

1. *La notion des équivalents chimiques.*

On appelle « Équivalent chimique » la quantité de substance qui peut réagir directement ou indirectement avec l'unité de poids d'hydrogène.

L'Équivalent-gramme est ainsi la quantité, exprimée en grammes, qui réagit directement ou indirectement avec un gramme d'hydrogène (ou plutôt 1.008 gr.) ou 8 grammes d'oxygène (Dalton et Richter [3]).

Ainsi 1.008 grammes d'hydrogène s'unissent directement à :

8.000 grs. d'oxygène pour former	l'eau
35.457 grs. de chlore	l'acide chlorhydrique
16.033 grs. de soufre	l'acide sulfhydrique
48.033 grs. d'ion sulfurique	l'acide sulfurique

etc...

et, d'autre part, 35.457 grammes de chlore s'unissent à :

23.997 grs. de sodium pour former le	chlorure de sodium
39.096 grs. de potassium	chlorure de potassium
20.040 grs. de calcium	chlorure de calcium

etc...

Ces diverses quantités se dénomment ainsi « Équivalents-grammes » ou « Poids équivalents ».

En accord avec les notations de BEYERSDORFER (1) nous écrirons dans la suite

Val pour Poids-équivalent
g.Val pour Équivalent-gramme
mg.Val pour milli-équivalent-gramme.

On constate que la valeur de l'Équivalent-gramme g.Val d'une substance (sel ou ion) correspond à la valeur de sa Molécule-gramme, g.Mol, divisée par un facteur égal à la variation de sa valence, « n », dans la réaction qu'il développe.

$$g.Val = \frac{g.Mol}{n}$$

Si un corps peut réagir de diverses manières, il peut posséder diverses valeurs de son poids-équivalent. Il ne sera cependant pas fait d'application de cette variabilité dans les lignes qui suivront.

La valeur du poids équivalent afférent aux principales substances utilisées comme engrais sont rassemblées dans le tableau 1 (page 220) ; ce tableau fournit aussi les inverses de ces poids équivalents. Cette notion facilite les calculs en transformant un système de division en un système de multiplication :

$$\frac{A}{g.Val} = A \times \frac{1}{g.Val}$$

2. *Les modes d'expression des résultats analytiques.*

Les résultats d'une analyse sont le plus communément donnés en *valeur centésimale : a%* signifie que 100 parties de la matière analysée contiennent a parties d'une substance déterminée par dosage.

Autrefois, on considérait un sel comme le produit de l'union d'un oxyde et d'un anhydride (Théorie dualistique) :

$$CaSO_4 \rightleftharpoons CaO + SO_3$$
$$K_2SO_4 \rightleftharpoons K_2O + SO_3$$

et les résultats d'une analyse s'exprimaient en oxyde et en anhydride comme on le fait encore souvent aujourd'hui.

Aujourd'hui, cependant, on considère plutôt les sels comme le produit d'union d'ions métalliques positifs (cations) et d'ions négatifs (anions) : le nombre de charges positives étant égal au nombre de charges négatives (Théorie ionique).

$$CaSO_4 \rightleftharpoons Ca^{++} + SO_4^{--}$$
$$K_2SO_4 \rightleftharpoons 2\,K^{+} + SO_4^{--}$$

En expression dualistique les métaux sont exprimés en oxydes, même dans les sels non oxygénés : on introduit ainsi dans les résultats de l'oxygène qui n'est pas présent dans la matière et qu'il faudra par conséquent déduire dans la suite sous peine d'obtenir une somme de résultats supérieure à 100%.

Par exemple, un mélange en quantités égales de chlorure de sodium et de sulfate de potassium fournira à l'analyse, les résultats donnés dans le bulletin suivant :

Expression dualistique		Expression ionique	
Na_2O	26.52 %	Na^+	19.67 %
Cl	30.33	Cl^-	30.33
K_2O	27.03	K^+	22.43
SO_3	22.98	SO_4^{--}	27.57
	106.86		100.00

Si on retranche une quantité d'oxygène calculée sur la base d'un atome-gramme d'oxygène pour deux de chlore (c'est-à-dire un équivalent-gramme d'oxygène pour un de chlore), les résultats deviennent en expression dualistique :

Total dosé	106.86
Oxygène en excès	6.86
	100.00

Les transformations par calcul sont donc plus simples, si on adopte l'expression ionique.

Enfin l'*expression équivalentaire* fournit les résultats :

a. en nombre d'équivalents-grammes (g.Val) d'une substance déterminée dans une masse donnée de matière.

Exemple : 100 grammes de phosphate biammonique renferment :

$$\frac{27.31}{18.04} = 1.52 \text{ g.Val}_{NH_4^+}$$

$$\frac{0.766}{1.008} = 0.76 \text{ g.Val}_{H^+}$$

$$\frac{71.93}{31.66} = 2.28 \text{ g.Val}_{PO_4^{---}}$$

27.31 — 0.766 et 71.93 sont respectivement les teneurs centésimales du phosphate biammonique en NH_4^+, H^+ et PO_4^{---}, obtenues par simple rapport des poids moléculaires ; 18.04 — 1.008 et 31.66 sont les valeurs respectives des équivalents-grammes ;

b. en équilibre réalisé entre les équivalents des constituants du corps. Parfois, on exprime cet équilibre sur un total de 100 équivalents.

Exemple : le phosphate ammonique répond à l'équilibre :

$$\begin{aligned} \text{Val}_{NH_4^+} &: 33.33 \\ \text{Val}_{H^+} &: 16.67 \\ \text{Val}_{PO_4^{---}} &: 50. \\ \Sigma.\text{Val.} &= 100. \end{aligned}$$

3. *Transformation des expressions.*

a) *Transformation des expressions centésimales entre elles.*

Par l'intermédiaire des facteurs mentionnés au tableau 2 (page 220), obtenus en calculant les rapports entre les poids moléculaires que l'on compare, on passe de l'expression dualistique à l'expression ionique et inversément.

Exemple : $K_2O \times 0.83013 = K$

$K \times 1.20462 = K_2O$

b) *Expressions centésimales exprimées en équivalents et inversement.*

Sachant que le nombre d'équivalents, symbolisé par la notation « Val » contenus dans une masse A de substance pure est donné par le quotient de cette masse par le poids équivalent de la matière g.Val :

$$\text{Val} = \frac{A}{\text{g.Val}}$$

et sachant que la teneur centésimale (pourcentage) de cette substance dans un corps analysé est $a\%$, le nombre Val d'équivalents contenus dans une masse A sera donné par l'équation :

$$\text{Val} = \frac{A \times a}{100 \times \text{g.Val}}$$

Le poids équivalent est ainsi le poids de un Val.

Inversément, la quantité P de substance correspondant à un nombre donné d'équivalents est obtenue par la relation :

$$P = Val \times g.Val$$

Exemple : Un chlorure de potasse à 40% de K_2O contient théoriquement 63.32% de KCl et 36.68% de NaCl.

α. Équilibre sur 100 grammes : 100 grammes contiennent :

$$\frac{63.32}{74.553} = 0.84933 \text{ g.Val}_{KCl} = 849 \text{ m.g.Val}$$

$$\frac{36.68}{58.844} = 0.62750 \text{ g.Val}_{NaCl} = 627 \text{ m.g.Val}$$

β. Équilibre suf 100 Val : 100 Équivalents se répartissent :

$$x \text{ Val}_{KCl} + y \text{ Val}_{NaCl} = 100$$

$$\frac{x \text{ Val}_{KCl}}{y \text{ Val}_{NaCl}} = \frac{0.84933}{0.62750}$$

on tire

$$x = 57.511 \text{ Val}_{KCl}$$

$$y = 42.489 \text{ Val}_{NaCl}$$

Remarque : Comme, bien souvent, les valeurs exprimées en Val sont peu élevées, on les transforme en unités mille fois plus faibles : les milliéquivalents ou mVal.

B. Les propriétés des engrais.

Nous plaçant au point de vue de leur formulation, nous classerons les engrais en « Engrais directement équilibrés » et en « Engrais indirectement équilibrés ».

1. *Engrais directement équilibrés.*

Nous donnerons cette appellation aux matières simples, salines, dont la liste, la composition centésimale, dualistique et ionique, ainsi que les poids moléculaires ou équivalents sont repris au tableau 3 (page 220).

2. *Engrais indirectement équilibrés.*

Nous donnerons ce nom à ceux des engrais qui sont constitués normalement par un mélange de sels, qui renferment de l'ammoniaque appelé à être nitrifié, qui possèdent une constitution imparfaitement définie, ou ne proviennent pas de l'union d'anions et de cations.

TABLEAU 1. *Valeur des équivalents.*

	g.Val	$\frac{100}{g.Val}$		g.Val	$\frac{100}{g.Val}$
H^+	1.008	99,20630	Cl^-	35.457	2,82032
OH^-	17.008	5,87959	SO_4^{--}	48.033	2,08190
K^+	39.096	2,55781	SO_3	40.033	2,49793
K_2O	47.096	2,12332	PO_4^{---}	31.660	3,15856
Na^+	22.997	4,34839	P_2O_5	23.660	4,22654
Na_2O	30.997	3,22612	NO_3^-	62.008	1,61290
Mg^{++}	12.160	8,22368	N_2O_5	54.008	1,85157
MgO	20.160	4,96032	CO_3^{--}	30.005	3,33278
Ca^{++}	20.040	4,99002	CO_2	22.005	4,54442
CaO	28.040	3,56633			
N	14.008	7,14286			
NH_4^+	18.040	5,54569			
$(NH_4)_2O$	26.040	3,84025			

TABLEAU 2. *Facteurs de transformation* : $f' \times A = B$
$f'' \times B = A$

f'	A	B	f''
0.83013	K_2O	$2K^+$	1.20462
0.74185	Na_2O	$2Na^+$	1.34798
1.28784	N	NH_4^+	0.77650
1.85894	2N	$(NH_4)_2O$	0.53794
1.44346	$2NH_4^+$	$(NH_4)_2O$	0.69278
0.60317	MgO	Mg^{++}	1.65789
0.71469	CaO	Ca^{++}	1.39920
1.19984	SO_3	SO_4^{--}	0.83345
4.42661	N	NO_3^-	0.22591
1.14813	N_2O_5	$2NO^-$	0.87098
3.85551	2N	N_2O_5	0.25937
1.33812	P_2O_5	$2PO_4^{---}$	0.74732
0.11190	H_2O	H^+	8.93651
0.73338	CO_3^{--}	CO_2	1.36355

TABLEAU 3. *Composition des engrais salins.*

	g. Mol	g. Val	$\frac{1000}{g.Val}$	Composition %			
KCl	74.553	74.553	13.413	K^+	52.44	Cl^-	47.56
				K_2O	63.17		
NaCl	58.844	58.844	17.108	Na	39.34	Cl	60.66
				Na_2O	53.04		

	g. Mol	g. Val	$\frac{1000}{\text{g. Val}}$	Composition %			
K_2SO_4	174.258	87.129	11.477	K^+	44.87	SO_4^{--}	55.13
				K_2O	54.05	SO_3	45.95
Na_2SO_4	142.060	71.030	14.078	Na^+	32.38	SO_4^{--}	67.62
				Na_2O	43.64	SO_3	56.36
$(NH_4)_2SO_4$	132.146	66.073	15.136	NH_4^+	27.29	SO_4^{--}	72.71
				$(NH_4)_2O$	39.40	SO_3	60.60
				$N_{am.}$	21.20		
$MgSO_4$	120.386	60.193	16.614	Mg^{++}	20.20	SO_4^{--}	79.80
				MgO	30.49	SO_3	66.51
$MgSO_4.7aq$	246.498	123.249	8.116	Mg^{++}	9.87	SO_4^{--}	32.49
				MgO	15.87	SO_3	38.98
$CaSO_4$	136.146	68.073	14.686	Ca^{++}	29.43	SO_4^{--}	70.57
				CaO	41.17	SO_3	58.83
$CaSO_4.2aq$	172.178	86.089	11.622	Ca^{++}	23.28	SO_4^{--}	55.82
				CaO	32.56	SO_3	46.53
KNO_3	101.104	101.104	9.891	K^+	38.67	NO_3^-	61.33
				K_2O	46.58	N_2O_5	53.42
						$N_{nit.}$	13.85
$NaNO_3$	85.005	85.005	11.767	Na^+	27.06	NO_3^-	72.94
				Na_2O	36.47	N_2O_5	63.53
						$N_{nit.}$	16.48
$Ca(NO_3)_2$	164.096	82.048	12.190	Ca^{++}	24.43	NO_3^-	75.57
				CaO	34.18	N_2O_5	65.82
						$N_{nit.}$	17.06
$(NH_4)NO_3$	80.048	80.048	12.494	NH_4^+	22.53	NO_3^-	77.47
				$(NH_4)_2O$	32.53	N_2O_5	67.47
				$N_{am.}$	17.50	$N_{nit.}$	17.50
KH_2PO_4	136.092	45.364	22.044	K^+	28.73	PO_4^{---}	69.79
				K_2O	34.61	P_2O_5	52.16
$(NH_4)_2HPO_4$	132.068	44.022	22.716	NH_4^+	27.31	PO^{---}	71.93
				$(NH_4)_2O$	39.43	P_2O_5	53.75
				$N_{am.}$	21.20		
$CaH_4(PO_4)_2.aq$	252.088	42.014	23.801	Ca^{++}	15.90	PO_4^{---}	75.35
				CaO	22.25	P_2O_5	56.31
$CaHPO_4.2aq$	172.084	57.361	17.434	Ca^{++}	23.28	PO_4^{---}	55.18
				CaO	32.58	P_2O_5	41.25
$Ca_3(PO_4)_2$	310.200	51.700	19.342	Ca^{++}	38.74	PO_4^{---}	61.26
				CaO	54.21	P_2O_5	45.79
$CaCO_3$	100.080	50.040	19.984	Ca^{++}	40.04	CO_3^{--}	59.96
				CaO	56.23	CO_2	43.97
$MgCO_3$	84.320	42.160	23.719	Mg^{++}	28.84	CO_3^{--}	71.16
				MgO	47.82	CO_2	52.18

a. *Les superphosphates.*

A côté du phosphate monocalcique et du sulfate calcique, les superphosphates contiennent toujours de petites quantités d'acide libre, de phosphates de fer et d'alumine, de phosphate bicalcique et de résidus de phosphates naturels non transformés.

Pour la facilité des calculs on fait abstraction des matières présentes en faibles doses et lorsqu'on ne connaîtra pas les teneurs en PO_4^{---}, SO_4^{--} et Ca^{++} (ou P_2O_5, SO_3 et CaO) du super utilisé, on aura grand avantage à supposer que le super est constitué uniquement par un mélange de phosphate monocalcique hydraté (1 aq.) et de sulfate de calcium hydraté (2 aq.).

Les proportions de ces deux sels régissent alors la composition des supers : le tableau 4 (page 224) fournit les chiffres correspondant à la composition théorique d'un super dont on ne connaît que la teneur en P_2O_5 ; le tableau 5 (page 225) donne les valeurs des rapports des équivalents PO_4^{---} et SO_4^{--} en fonction de sa teneur centésimale en PO_4^{---} (ou P_2O_5). Le tableau 6 (page 225) donne la quantité de super qui contient un équivalent-gramme de CaO ou P_2O_5 et enfin le tableau 7 (page 225) donne quelques analyses de supers.

Un super est le mieux en place dans une formulation, quand on y vérifie, la condition essentielle suivante :

$$\Sigma Val_{A^-} - \Sigma Val_{M^+} \geqslant \frac{2}{3} Val_{PO_4^{---}}$$

parce que dans le phosphate monocalcique se réalise l'équilibre :

$$3\ Val_{PO_4^{---}} \text{ équilibrent } 1\ Val_{Ca^{++}} + 2\ Val_{H^+}$$

d'où il résulte

$$Val_{H^+} \text{ équilibre } \frac{2}{3}\ Val_{PO_4^{---}}$$

$$Val_{Ca^{++}} \text{ équilibre } \frac{1}{3}\ Val_{PO_4^{---}}$$

b. *Le phosphate bicalcique* (phosphate précipité).

La composition du produit commercial varie assez peu : elle est le plus souvent située aux abords de 38-40% de P_2O_5, soluble dans le citrate d'ammoniaque ; elle correspond ainsi à un produit dosant de 92 à 97 % en phosphate bicalcique hydraté $CaHPO_4.2aq$.

Le phosphate bicalcique est à choisir dans une formulation dès que la relation entre la somme des nombres des équivalents des anions et celle des cations atteint la valeur fixée par l'équation :

$$\Sigma Val_{A^-} - \Sigma Val_{M^+} \leqslant \frac{1}{3} Val_{PO_4^{---}}$$

$$Val_{Ca^{++}} \text{ équilibrent } \frac{2}{3}\ Val_{PO_4^{---}}$$

c. *Les phosphates tricalciques.*

Non rencontrés à l'état pur, ils se trouvent dans la nature associés à des doses variables de carbonate de calcium (craie) et d'impuretés diverses.

Ne présentent un intérêt relatif que les phosphates tendres et micronisés.

Pour la facilité des calculs et lorsqu'on ne connaîtra que leur teneur en PO_4^{---} (ou P_2O_5), on pourra plus avantageusement les considérer comme théoriquement constitués par un mélange de phosphate tricalcique et de carbonate calcique.

Leur composition et les autres données numériques valables pour le calcul sont alors fournies aux tableaux 8, 9 et 10 (page 226) en fonction de leur teneur en P_2O_5 (ou PO_4^{---}).

Des analyses sont fournies au tableau 11 (page 227).

A cause de leur saturation en calcium et de la présence de carbonate de calcium leur emploi n'est possible que dans la réalisation des formules à tendance alcaline répondant aux exigences suivantes :

1. Excès d'équivalents cationiques et particulièrement Ca^{++}.
2. Absence de sels ammoniacaux.

d. *Les scories Thomas et les phosphates désagrégés.*

La composition de ces substances est essentiellement variable ; le tableau 12 (page 227) donne quelques exemples d'analyses.

L'examen de pareils résultats montre que le rapport des équivalents CaO et P_2O_5 de ces matières atteint une valeur moyenne de 4.

Néanmoins, cette valeur est difficile à pouvoir être prise en considération ; mieux vaut se baser sur les résultats de dosage de P_2O_5 et CaO. Il conviendrait de doser ces constituants dans l'extrait citrique (Acide citrique à 2%) pour les scories et dans l'extrait citraté (Citrate d'ammoniaque) pour les phosphates désagrégés.

e. *Les sels de potasse.*

Dans nos régions, le commerce livre habituellement les sels dosant 20, 40 et 60% de K_2O correspondant à 32, 63 ou 95% de KCl. Le surplus est constitué pour la plus grande partie par du chlorure de sodium.

En l'absence de résultats analytiques, on fera encore usage de résultats calculés théoriquement et fournis par les tableaux 13, 14 et 15 (page 228).

Quelques analyses sont données au tableau 16 (page 229).

f. *Les sels ammoniacaux.*

Le phénomène bien connu de la nitrification permet d'assimiler l'équivalent ammoniaque à l'équivalent nitrique. Les sels ammoniacaux peuvent ainsi combler les surplus anioniques des formules à préparer.

Cette compensation s'effectue sur les bases suivantes :

$Val_{NH_4^+}$ équilibre $Val_{NO_3^-}$.

1 g.$Val_{(NH_4)_2SO_4}$ fournit 1 g.$Val_{SO_4^{--}}$ + 1 g.$Val_{NH_4^+}$
ou 1 g.$Val_{SO_4^+}$ + 1 g.$Val_{NO_3^-}$

1 g.$Val_{(NH_4)_2HPO_4}$ fournit 1 g.$Val_{PO_4^{---}}$ + $\frac{2}{3}$ g.$Val_{NH_4^+}$ + $\frac{1}{3}$ g.Val_{H^+}
ou 1 g.$Val_{PO_4^{---}}$ + $\frac{2}{3}$ g.$Val_{NO_3^-}$

1 g.$Val_{NH_4NO_3}$ fournit 1 g.$Val_{NO_3^-}$ + 1 g.$Val_{NH_4^+}$
ou 2 g.$Val_{NO_3^-}$

g. *Les engrais non salins.*

On trouve ici l'urée $CO(NH_2)_2$, la cyanamide de calcium et les substances organiques azotées.

L'introduction de ces substances dans une formulation s'effectue sur la base de leur teneur en azote.

Urée	N =	46,6%
Cyanamide		14
Tourteaux divers		3 à 8 %
Guanos		3 à 10 %
Farines de viandes ou de poissons		8 à 12 %

TABLEAU 4. *Composition centésimale théorique des superphosphates.*

P_2O_5 %	Super		Composition centésimale					
	Phosphate %	Sulfate %	Ionique			Dualistique		
			PO_4^{---}	Ca^{++}	SO_4^{--}	P_2O_5	CaO	SO_3
14	24.86	75.14	18.73	21.45	41.94	14.00	29.98	34.95
16	28.41	71.59	21.41	21.77	39.96	16.00	29.62	33.30
18	31.96	68.04	24.08	20.91	37.98	18.00	29.26	31.65
20	35.56	64.49	26.76	20.65	36.00	20.00	28.89	30.00
35	62.15	37.85	46.83	18.68	21.13	35.00	26.14	17.61
40	71.03	28.97	53.52	18.03	16.17	40.00	25.23	13.48
45	79.91	20.09	60.21	17.38	11.21	45.00	24.32	9.34
50	88.79	11.21	66.90	16.73	6.26	50.00	24.41	5.22

TABLEAU 5. *Équilibre théorique dans les superphosphates.*

P_2O_5 %	Dans 100 gr. de super $Val_{PO_4^{---}}$	$Val_{SO_4^{--}}$	f′	f″
14	0.5917	0.8732	0.6777	1.4756
16	0.6763	0.8319	0.8129	1.2302
18	0.7608	0.7907	0.9621	1.0393
20	0.8453	0.7495	1.1279	0.8866
35	1.4793	0.4399	3.3627	0.2974
40	1.6902	0.3366	5.0207	0.1992
45	1.9019	0.2334	8.1495	0.1230
50	2.1133	0.1303	16.2146	0.0620

$$Val_{SO_4^{--}} = f' \times Val_{PO_4^{---}}$$
$$Val_{PO_4^{---}} = f'' \times Val_{SO_4^{--}}$$
$$Val_{Ca^{++}} = \frac{1}{3} Val_{PO_4^{---}} + Val_{SO_4^{--}}$$

TABLEAU 6. *Quantité théorique de superphosphate contenant* 1 *gVal.*

P_2O_5 %	Pour 1 g Val CaO	Pour 1 g Val P_2O_5
14	93.514	169.000
16	94,662	147.878
18	95,839	131.443
20	97,046	118,300
35	107,281	67.600
40	111,148	59.150
45	115,305	52.577
50	119,785	47.320

TABLEAU 7. *Analyses de supers.*

	H_2O	Insoluble	$Fe_2O_3 + Al_2O_3$	CaO	MgO	SO_3	P_2O_5 Total	P_2O_5 Sol. eau	P_2O_5 Sol. citrate
n° 1	23.77	1.18	2.25	19.68	0.24	2.07	48.51	46.84	47.84
n° 2	20.21	1.36	1.82	26.70	traces	29.25	19.29	17.33	18.33
n° 3	19.34	6.19	2.15	23.58	0.36	29.15	15.25	13.62	15.20

(Analyses de l'auteur)

TABLEAU 8. *Composition centésimale théorique des phosphates naturels.*

P_2O_5 %	Composition saline		Composition %					
			Ionique			Dualistique		
	Phosphate	Carbonate	PO_4^{---}	Ca^{++}	CO_3^{--}	P_2O_5	CaO	CO_2
24	52.41	47.59	32.11	39.36	28.53	24.00	55.08	20.90
27	58.96	41.04	36.12	39.27	24.61	27.00	54.95	18.05
30	62.52	34.48	40.14	39.19	20.67	30.00	54.84	15.16
33	72.07	27.93	44.15	39.10	16.75	33.00	54.72	12.28
36	78.62	21.38	48.16	39.02	12.82	36.00	54.60	9.40
39	85.17	14.83	52.18	38.92	8.89	39.00	54.48	6.52
42	91.72	8.28	56.17	38.85	4.96	42.00	54.37	3.64
45	98.27	1.73	60.20	38.76	1.04	45.00	54.24	0.76
	100.00	—	61.26	38.74	—	45.79	54.21	—

TABLEAU 9. *Équilibre théorique dans les phosphates naturels.*

P_2O_5 %	Dans 100 gr. de phosphate		f′	f″
	$Val_{PO_4^{---}}$	$Val_{CO_3^{--}}$		
24	1.0144	0.9508	0.9373	1.0668
27	1.1712	0.8202	0.7003	1.4279
30	1.2680	0.6889	0.5433	1.8405
33	1.3948	0.5583	0.4002	2.4985
36	1.5216	0.4273	0.2808	3.5610
39	1.6484	0.2963	0.1797	5.5631
42	1.7752	0.1653	0.0932	10.7370
45	1.9019	0.0347	0.0181	54.8740

$Val_{CO_3^{--}} = f' \times Val_{PO_4^{---}}$

$Val_{PO_4^{---}} = f'' \times Val_{CO_3^{--}}$

$Val_{Ca^{++}} = Val_{PO_4^{---}} + Val_{CO_3^{--}} = Val_{P_2O_5} + Val_{CO_2}$

TABLEAU 10. *Quantité théorique de phosphate naturel contenant* 1 *g. Val.*

P_2O_5 %	Pour 1 g. Val CaO	Pour 1 g. Val P_2O_5
24 %	50.914	98.583
27	51.031	87.629
30	51.135	78.867
33	51.253	71.697
36	51.358	65.722
39	51.490	60.666
42	51.583	56.333
45	51.702	52.577

TABLEAU 11. *Analyses de phosphates naturels.*

	1	2	3
Eau + mat. org.	0.14	4.16	2.65
Insoluble	1.77	6.69	1.75
Fe_2O_3	0.24	0.61	0.50
Al_2O_3	0.91	2.14	0.53
CaO	51.97	46.03	52.32
MgO	—	0.33	0.26
P_2O_5	40.48	31.50	34.13
CO_2	—	3.93	3.36
SO_3	0.18	—	1.59
Cl	5.06	—	0.01
F.	—	1.86	3.56

1. Chloro-Apatite de Norvège (Voelker). — 2. Phosphate Land-Peeble Floride (Eldridge. — 2. Phosphate marocain (Office Chérifien des Phosphates).

TABLEAU 12. *Analyses de scories Thomas.*

	1	2	3	4	5	6
SiO_2	7.38	5.76	10.08	5.03	9.10	7.75
FeO	13.62	12.72	9.88	} 11.71	→ 18.04	→ 24.86
Fe_2O_3	8.54	2.07	5.96			
Al_2O_3	2.57	1.83	2.17	1.70	5.98	2.60
MnO	3.79	3.43	2.93	3.20	—	—
CaO	41.68	47.34	49.45	56.03	44.90	44.66
MgO	6.14	6,01	1.26	3.11	4.82	4.75
P_2O_5	14.36	19.19	16.86	19.64	18.51	13.41
CO_2	—	—	—	—	—	0.61
SO_3	0.12	—	0.10	—	0.40	0.22
S	0.23	0.51	0.61	0.32	—	—

1-2. Scories anglaises (Aikman).
3-4. Scories allemandes (E. Jensch).
5-6. Scories belges (Mercier).

Remarque. - Ces analyses sont assez anciennes. Depuis, les teneurs en MnO et MgO se sont abaissées.

TABLEAU 13. *Composition centésimale théorique des sels de potasse.*

K_2O %	Composition saline		Composition centésimale				
	KCl %	NaCl %	Ionique			Dualistique	
			K^+	Na^+	Cl^-	K_2O	Na_2O
18	28.49	71.51	14.90	28.13	56.93	18.00	37.93
20	31.66	68.34	16.60	26.88	56.52	20.00	36.25
22	34.83	65.17	18.26	25.64	56.10	22.00	34.57
38	60.15	39.85	31.54	15.68	52.78	38.00	21.14
40	63.32	36.68	33.21	14.43	52.36	40.00	19.46
42	66.49	33.51	34.87	13.18	51.95	42.00	17.77
58	91.82	8.18	48.15	3.22	46.63	58.00	4.34
60	94.98	5.02	49.81	1.97	48.22	60.00	2.66
62	98.15	1.85	51.47	0.73	7.80	62.00	0.98
—	100.	—	52.44	—	47.56	63.17	—

TABLEAU 14. *Équilibre théorique dans les sels de potasse.*

K_2O %	Dans 100 gr. de sel		f′	f″
	Val_{K^+}	Val_{Cl^-}		
18	0.3821	1.6056	0.2380	4.2016
20	0.4246	1.5940	0.2664	3.7541
22	0.4671	1.5822	0.2952	2.3876
38	0.8067	1.4886	0.5419	1.8452
40	0.8495	1.4761	0.5755	1.7377
42	0.8919	1.4652	0.6087	1.6428
58	1.2316	1.3715	0.8980	1.1136
60	1.2743	1.3600	0.9370	1.0673
62	1.3165	1.3481	0.9766	1.0240
63.17	1.3413	1.3413	1.0000	1.0000

$Val_{K^+} = f' \times Val_{Cl^-}$
$Val_{Cl^-} = f'' \times Val_{K^+}$
$Val_{Na^+} = Val_{Cl} — Val_{K^+} = Val_{Cl^-} — Val_{K_2O}$

TABLEAU 15. *Quantité théorique de sel renfermant* 1 *g.Val.*

K_2O %	Pour 1 g.Val. K_2O	Pour 1 g.Val. Na_2O	Pour 1 g.Val. Cl
18	261.644	81.721	62.281
20	235.480	85.508	62.733
22	214.072	89.664	62.030
38	123.936	146.627	67.178
40	117.740	159.285	67.717
42	112.133	174.434	68.252
58	81.200	714.210	72.911
60	78.493	1.165.300	72.351
63.17	74.554	∞	74.552

TABLEAU 16. *Analyses de sels de potasse.*

	1	2	3	4	5	6
Eau		1.22			0.20	
Insoluble	15.10	0.89	2.52	0.97	2.20	6.80
$Fe_2O_3 + Al_2O_3$		0.07			0.24	
CaO	—	0.81	0.28	—	0.87	0.41
MgO	—	0.09	1.18	0.67	0.07	12.66
K_2O	17.59	15.32	42.64	58.18	50.62	29.20
Na_2O	30.05	38.55	14.05	2.39	0.77	0.42
SO_3	—	0.79	0.95	1.13	43.83	49.44
Cl	47.62	54.81	49.66	47.34	1.26	1.38
Br	0.11	—	—	—	—	—
CO_2	—	—	—	—	0.22	—

1. Sel brut (Mines de potasse d'Alsace à Mulhouse). Recalculé d'après les résultats communiqués par COGEPOTASSE, à Bruxelles.

2. Sylvinite. Produit commercial (Analyse de l'auteur).

3. Chlorure 40 % (Salzdetfurth). Recalculé d'après les résultats communiqués par BELCOPOTASSE S. A., à Bruxelles.

4. Chlorure 60 % (Salzdetfurth). Recalculé comme en 3.

5. Sulfate (Mines de potasse d'Alsace à Mulhouse). Recalculé d'après les résultats communiqués par COGEPOTASSE S. A., à Bruxelles.

6. Patent-Kali. Recalculé comme en 3.

II. PARTIE PRATIQUE

1. PRINCIPES DE LA FORMULATION.

Partant d'une formule définie, exprimée en équivalents, on demande la préparation d'un mélange ; diverses règles régissent le choix des matières et la méthode de calcul.

a. *Choix des matières.*

Il convient ici de s'inspirer des principes généraux qui se rapportent aux mélanges des engrais simples et qui peuvent se résumer comme suit : on ne mélange pas des substances qui peuvent provoquer une diminution de la valeur de l'ensemble :

a) Soit par élimination d'un constituant : tel un sel ammoniacal en présence de matières alcalines (scories Thomas, chaux, magnésie, etc...).

b) Soit par diminution de solubilité d'un constituant : tels les phosphates mono et bicalciques en présence de substances calciques alcalines (chaux, scories Thomas, phosphates désagrégés, cyanamides, etc...).

c) Soit par formation de substances hygroscopiques.

En plus de ces règles générales, il convient d'appliquer les considérations qui ont été émises lors de la description des propriétés propres à chaque engrais simple et *particulièrement les phosphates et les sels ammoniacaux* (voir pages 220 et 222).

Il convient enfin d'avoir bonne connaissance des conditions du marché afin de choisir les constituants qui, à valeurs fertilisantes égales, sont les plus économiques.

Dans certaines conditions plus spéciales, il est nécessaire de choisir les matières qui présentent la meilleure conservation : on sait que les supers détruisent leurs emballages, que les cristaux hygroscopiques de nitrate de chaux s'agglomèrent et forment des masses dures, etc...

b. *Principe du calcul.*

On peut désirer connaître les rapports entre équivalents présents dans un mélange ou on peut désirer préparer un mélange répondant à une formule équivalente déterminée.

La résolution de ces deux problèmes types dérive de l'application de l'équation correspondant au nombre d'équivalents *g.Val* contenus dans une masse A (page 216).

$$\text{Val} = \frac{\text{A}}{\text{g.Val}}$$

Dans le premier cas on connaît la masse A, donnée par la composition centésimale du mélange et les valeurs de g.Val, contenues dans le tableau 1 (page 220). Des résultats obtenus en nombre d'équivalents des divers corps du mélange, on tire les valeurs de l'équilibre entre équivalents en les rapportant à un total de 100.

Dans le second cas, on a fixé un équilibre entre équivalents : on les associe en sels et calcule pour chacun d'eux le nombre de Val correspondant, sur la base de : 1 $\text{Val}_{sel\ MA}$ fournit 1 Val_{M^+} + 1 Val_{A^-}.

La formation des sels au départ des ions sera toujours avantageusement représentée par un tableau.

De la valeur pondérale des constituants rapportée à un total de 100 parties de mélange, on tirera la composition centésimale dualistique ou ionique en appliquant les données du tableau 3 (page 220).

2. Exemples de réalisations.

A. CALCUL D'UN ÉQUILIBRE

Un mélange est composé de :
une partie de super à 18% de P_2O_5, 29.27 de CaO et 31.65 de SO_3,
une partie de nitrate de soude à 95% (34.65% de Na_2O et 15.66 de N_2O_5),

une partie de sulfate d'ammoniaque à 95% (20.13% de N et 15.57 de SO_3), une partie de chlorure de potassium à 95% (60.01% de K_2O et 45.18 de chlore), soit ainsi 25% de super, 25% de nitrate de soude, 25% de sulfate d'ammoniaque et 25% de chlorure potassique.

On demande :

a) Les compositions centésimales dualistique et ionique du mélange.

b) Les valeurs de l'équilibre entre équivalents (composition équivalentaire).

α. Composition centésimale dualistique.

N nitrique	15.66 × 0.25 = **3.915** %	La teneur centésimale en un élément vaut le produit de la proportion % du constituant qui le fournit par la teneur qu'il y présente.
SO_3	31.65 × 0.25 = **7.912**	
	57.57 × 0.25 = **14.393**	
P_2O_5	18.00 × 0.25 = **4.500**	
Cl	45.18 × 0.25 = **11.295**	
K_2O	60.01 × 0.25 = **15.002**	
Na_2O	34.65 × 0.25 = **8.662**	
CaO	29.27 × 0.25 = **7.317**	
N ammoniacal	20.13 × 0.25 = **5.032**	

β. Composition centésimale ionique.

N nitrique	3.915 × 4.42661 = **17.330** %	La teneur centésimale ionique vaut le produit de la teneur centésimale dualistique par un facteur de transformation, dont la valeur a été donnée au tableau 2.
SO_3^{--}	22.305 × 1.19964 = **26.762**	
PO_4^{---}	4.500 × 1.33812 = **6.022**	
Cl^-	11.295 × 1 = **11.295**	
K^+	15.002 × 0.83013 = **12.454**	
Ca^+	7.317 × 0.71469 = **5.229**	
Na^+	8.662 × 0.74185 = **6.426**	
NH_4^+	5.032 × 1.28784 = **6.480**	

γ. Équilibre entre équivalents.

NO_3^-	17.330 × 1,61290	= 27.9516 →	**10.91** %	Le nombre de *g*Val contenus dans 100 gr de matière vaut le produit de la teneur en élément à exprimer par l'inverse de l'équivalent gramme.
SO^{--}	26.762 × 2,08190	= 55.7158	**21.73**	
PO_4	6.022 × 3.15856	= 19.0208	**7.42**	
Cl^-	11.295 × 2.82030	= 31.8455	**12.42**	
K^+	12.454 × 2.55781	= 31.8550	**12.42**	
Ca^{+++}	5.229 × 4.99002	= 26.0928	**10.19**	
Na^+	6.426 × 4.34839	= 27.9428	**10.90**	
NH_4^{++}	6.480 × 5.54569	= 35.9361	**14.01**	
	Σ Val	= 256.3604	**100.00**	

∂. Équilibre entre équivalents des constituants.

Cl^-	12.42	K^+	12.42	Chlorure de potasse
NO_3	10.91	Na^+	10.91	Nitrate de soude
SO_4^{--}	14.01	NH_4^+	14.01	Sulfate d'ammoniaque
SO_4^{--}	7.72	Ca^{++}	7.72	Superphosphate.
PO_4^{---}	7.42	Ca^{++}	2.47	

ε. *Formule de l'équilibre.*

N	SO_4^{--}	PO_4^{---}	Cl^-	K^+	Ca^{++}	Na^+
24.92	21.73	7.42	12.42	12.42	10.19	10.90
		66.49			33.51	

B. CALCUL D'UNE FORMULATION

On demande de réaliser le mélange correspondant à l'équilibre

$$12\ K^+ — 15\ Mg^{++} — 12\ Ca^{++} \ /\ 37\ NO_3^- — 12\ SO_4^{--} — 12\ PO_4^{---}$$

exprimés en Équivalents.

α. *Réalisation de l'équilibre.*

On constate que

$$\Sigma Val_{A^-} — \Sigma Val_{M^+} = 22$$

$$\frac{2}{3} Val_{PO_4^{---}} \ll 22$$

L'équilibre renferme donc une trop forte proportion d'anions : les phosphates peuvent être livrés sous forme de sel mono-métallique.

Les groupements d'anions et de cations s'effectuent successivement : le point de départ est choisi arbitrairement.

Ainsi on choisit au départ le sulfate de potasse.

12 g.Val_{K^+} équilibrent 12 g.$Val_{SO_4^{--}}$ dans 12 g.$Val_{K_2SO_4}$: *la dose en* Val_{K^+} *est satisfaite et celle en* $Val_{SO_4^{--}}$ *aussi.*

Partant ensuite de Mg^{++}, on équilibre 15 g.$Val_{Mg^{++}}$ avec 15 g.$Val_{NO_3^-}$ dans 15 g.$Val_{Mg(NO_3)_2}$: *la dose en* $Val_{Mg^{++}}$ *est satisfaite* mais il reste 37 — 15 = 22 g.$Val_{NO_3^-}$ disponibles.

D'un autre côté 12 g.$Val_{PO_4^{---}}$ renfermés dans 12 g.$Val_{CaH_2(PO_4)_2}$ équilibrent $12 \times \frac{1}{3} = 4$ g.$Val_{Ca^{++}}$; *la dose en g.*$Val_{PO_4^{---}}$ *est satisfaite* mais il reste 12 — 4 = 8 g.$Val_{Ca^{++}}$ à équilibrer.

Ces 8 g.$Val_{Ca^{++}}$ s'équilibrent avec 8 g.$Val_{NO_3^-}$ dans 8 g.$Val_{Ca(NO_3)_2}$: *la dose en g.*$Val_{Ca^{++}}$ *est satisfaite,* mais il reste 37 — (15 + 8) = 14 g.$Val_{NO_3^-}$ à équilibrer. Or, il ne reste plus de cations disponibles. L'équilibre s'écrit donc :

K^+	12	SO_4	12	Sulfate de potasse
Mg^{++}	15	NO_3^-	15	Nitrate de magnésie
Ca^{++}	4	PO_4^{---}	12	Phosphate monocalcique
Ca^{++}	8	NO_3^-	8	Nitrate de chaux
		NO_3^-	14	?
Σ_{A^-}	= 39	Σ_{M^+}	= 61	

β. *Transformation de l'équilibre.*

14 g.Val$_{NO_3^-}$ sont transformés en 7 g.Val$_{NO_3^-}$ et 7 g.Val$_{NH_4}$ qui s'équilibrent dans 7 g.Val$_{NH_4NO_3}$

L'équilibre devient :

K^+	12	SO_4^{--}	12	Sulfate de potasse
Mg^{++}	15	NO_3^-	15	Nitrate de magnésie
Ca^{++}	4	PO_4^{---}	12	Phosphate monocalcique
Ca^{++}	8	NO_3^-	8	Nitrate de chaux
		NO_3^-	7	Nitrate ammonique
		NH^+	7	

γ. *Composition du mélange.*

La dose d'une substance vaut le produit du nombre des équivalents par la valeur de l'équivalent-gramme.

$$P = Val \times g.Val$$

et sa teneur centésimale vaut alors

$$x\% = 100 \frac{P}{\Sigma P}$$

Sulfate de potasse	12 × 87.129 = 1.045,548	→ **26.954** %
Nitrate de magnésie	15 × 74.168 = 1.112,520	**28.680**
Phosphate monocalcique	12 × 42.014 = 504,168	**12.997**
Nitrate de chaux	8 × 82.048 = 656,384	**16.922**
Nitrate d'ammoniaque	7 × 80.048 = 560,336	**14.445**
	ΣP = 3.878,956	**99.999**

∂. *Composition centésimale.*

La teneur centésimale en un élément constitutif vaut le produit de la teneur centésimale en constituant par la teneur centésimale en élément de celui-ci (voir tableau 3).

A partir du sulfate de potasse	K^+ %	= 26.954 × 44.87 × $\frac{1}{100}$	=	**12.09%**
	SO_4^{--}	× 55.13		**14.86**
Nitrate de magnésie	Mg^{++}	28.680 × 16.40		**4.70**
	NO_3^-	× 83.60		**23.98**
	N	× 18.89		**5.42**
Phosphate monocalcique	Ca^{++}	12.997 × 15.90		**2.07**
	PO_4^{---}	× 75.35		**9.79**
Nitrate de chaux	Ca^{++}	16.922 × 24.43		**4.13**
	NO_3^-	× 75.57		**12.79**
Nitrate d'ammoniaque	NH_4^+	14.446 × 22.53		**3.25**
	NO_3^-	77.47		**11.19**
	N	× 35.00		**5.06**

En résumé, le bulletin d'analyse donnerait comme résultats :

K^+		12.09 %
Mg^{++}		4.70
Ca^{++}	(2.07 + 4.13)	= 6.20
NH_4^+		3.25
SO_4^{--}		14.86
NO_3^-	(23.98 + 12.79 + 11.19)	= 47.96
PO_4^{---}		9.79

ou en teneurs dualistiques (voir tableau 2).

K_2O =	12.09 × 1.20462	= 14.56 %	
MgO	4.70 × 1.65789	7.79	
CaO	6.20 × 1.39920	8.68	
SO_3^{--}	14.86 × 0.83345	12.39	
N_2O_5	47.96 × 0.87098	41.77	
P_2O_5	9.79 × 0.74732	7.32	
ou N =	(NH_4^+) 3.25 × 0.77650 = 2.52		13.35
	(NO_3^-) 47.96 × 0.22591 = 10.83		

C. FORMULATIONS ACIDES

Réalisations diverses d'un équilibre.

On demande de préparer un mélange répondant à l'équilibre :

NO_3^-	SO_4^{--}	PO_4^{---}	Cl^-	K^+	Ca^{++}	Mg^{++}	Na^+	$\frac{\Sigma Val_A^-}{\Sigma Val_{M^+}} = \frac{3}{2}$
40	20	20	20	40	20	20	20	

Cet équilibre correspond au suivant plus simple :

24	12	12	12	16	8	8	8

Σ.Val anions = 60 Σ.Val cations = 40

1ère RÉALISATION : *Usage de sels purs.*

1ère possibilité.

α. *Équilibre des constituants.*

$$\Sigma Val_{A^-} - \Sigma Val_{M^+} = 20$$

$$20 \gg \frac{2}{3} Val_{PO_4^{---}}$$

Les phosphates acides doivent être utilisés ; les phosphates monométalliques seraient en place, mais on va corser la difficulté par le choix d'un phosphate biammonique.

Comme précédemment, on choisit arbitrairement un des constituants, le phosphate biammonique par exemple, en quantité telle que la quantité corresponde à 12 g.Val : *la dose en g.Val$_{PO_4^{---}}$ est ainsi satisfaite.*

A ces 12 g.Val$_{PO_4^{---}}$, correspondent $12 \times \frac{2}{3} = 8$ g.Val$_{NH_4^+}$ qui sont comptés dans la partie anionique comme correspondant à 8 g.Val.$_{NO_3^-}$ Il reste ainsi 28 — 8 = 16 g.Val$_{NO_3^-}$ à équilibrer.

De ceux-ci 8 peuvent s'équilibrer à 8 g.Val$_{Na^+}$ dans 8 g.Val$_{NaNO_3}$: *la dose en g.Val$_{Na^+}$ est ainsi satisfaite,* mais il reste 24 — (8 + 8) = 8 g.Val$_{NO_3^-}$ qui peuvent s'équilibrer, à leur tour, moitié à l'état Val$_{NO_3^-}$ et moitié à l'état Val$_{NH_4^+}$ dans 4 g.Val$_{NH_4NO_3}$: *la dose en g.Val$_{NO_3^-}$ est ainsi satisfaite.*

Mg^{++} est fourni entièrement à l'état de sulfate ; on aura que 8 g.Val$_{Mg^{++}}$ s'équilibrent avec 8 g.Val$_{SO_4^{--}}$ dans 8 g.Val$_{MgSO_4}$: *la dose en g.Val$_{Mg^{++}}$ est satisfaite,* mais il reste 12 — 8 = 4 g.Val$_{SO_4^{--}}$ disponibles.

Ces 4 g.Val$_{SO_4^{--}}$ sont équilibrés par 4 g.Val$_{K^+}$ dans 4 g.Val$_{K_2SO_4}$: *la dose en g.Val$_{SO_4^{--}}$ est satisfaite,* mais il reste 16 — 4 = 12 g.Val$_{K^+}$ à équilibrer. Ceux-ci se trouvent avec 12 g.Val$_{Cl^-}$ dans 12 g.Val$_{KCl}$: *la dose en g.Val$_{K^+}$ est ainsi satisfaite et celle en g.Val$_{Cl^-}$ aussi.*

Mais il reste 8 g.Val$_{Ca^{++}}$ à équilibrer et il ne reste plus d'anions disponibles : on fournit alors Ca^{++} sous forme de $CaCO_3$ dans lequel CO_2 n'est pas susceptible d'intervenir dans l'équilibre.

$CaCO_3$ ne présente pas de danger aussi longtemps que la masse reste parfaitement sèche.

L'équilibre se résume alors comme suit :

PO_4^{---}	12			Phosphate biammonique pur
NH_4^+	8			
NO_3^-	8	Na^+	8	Nitrate de soude pur
SO_4^{--}	8	Mg^{++}	8	Sulfate de magnésie hydraté pur
SO_4^{--}	4	K^+	4	Sulfate de potassium pur
Cl^-	12	K^+	12	Chlorure de potassium pur
CO_3^{--}		Ca^{++}	8	Craie pure
NH_4^+	4			Nitrate d'ammoniaque pur
NO_3^-	4			
	$\Sigma = 60$		$\Sigma = 40$	

Remarques : 1) On aurait pu utiliser le nitrate calcique et l'équilibre aurait été exact ; mais la matière serait hygroscopique.

2) Le phosphate utilisé est bimétallique.

3) Le constituant NH_4^+ est classé dans les anions.

β. *Calcul des proportions.*

Phosphate biammonique	12 × 44.022 = 528.26 →	**12.70** %
Nitrate de sodium	8 × 85.005 = 680.04	**16.36**
Sulfate de magnésium	8 × 123.249 = 985.99	**23.71**
Sulfate de potassium	4 × 87.129 = 448.52	**8.38**
Chlorure de potassium	12 × 74.553 = 894.64	**21.52**
Craie	8 × 50.040 = 400.32	**9.63**
Nitrate ammonique	4 × 80.048 = 320.19	**7.70**
	ΣP = 4157.96	**100.00**

γ. *Composition centésimale.*

NO_3^-	17.47	N_2O_5	15.33	N	3.95
SO_4^{--}	13.86	SO_3	11.35		
PO_4^{---}	9.14	P_2O_5	6.83		
Cl^-	10.23	Cl	10.23		
K^+	15.04	K_2O	18.12		
Ca^{++}	3.86	CaO	5.40		
Mg^{++}	2.34	MgO	3.88		
Na^+	4.43	Na_2O	5.97		
CO_3^{--}	5.77	CO_2	3.91		
NH_4^+	5.19	$(NH_4)_2O$	7.49	N	4.09
					8.04

2me possibilité.

α. *Équilibre des constituants.*

PO_4^{---}	12			} Phosphate biammonique pur
NH_4^+	8			
NO_3^-	8	Na^+	8	Nitrate de soude pur
SO_4^{--}	8	Mg^{++}	8	Sulfate de magnésie hydraté pur
SO_4^{--}	4	K^+	4	Sulfate de potasse pur
Cl^-	12	K^+	12	Chlorure de potasse pur
NO^-	8	Ca^{++}	8	Nitrate de calcium pur
	60		40	

β. *Calcul des proportions.*

Phosphate biammonique	12 × 44.022 = 528.26 →	**12.86** %
Nitrate de soude	8 × 85.005 = 680.04	**16.62**
Sulfate de magnésie	8 × 123.249 = 985.99	**24.11**
Chlorure potassique	12 × 74.553 = 894.64	**21.85**
Nitrate calcique	8 × 82.048 = 656.38	**16.04**
Sulfate potassique	4 × 87.129 = 348.52	**8.51**
	ΣP = 4093.83	**100.00**

γ. *Composition centésimale.*

NO_3^-	24.24	N_2O_5	21.11	$N_{nit.}$	5.48
SO_4^{--}	14.09	SO_3	11.74		
PO^{---}	9.25	P_2O_5	6.91		
Cl^-	10.39	Cl	10.39		
K^+	15.38	K_2O	18.53		
Ca^{++}	3.92	CaO	5.48		
Mg^{++}	2.38	MgO	3.95		
Na^+	4.50	Na_2O	6.07		
NH_4^+	3.51	$(NH_4)_2O$	5.07	$N_{am.}$	2.72
					8.20

2me RÉALISATION : *Utilisation de substances commerciales.*

α. *Équilibre des constituants.*

PO_4^{---}	12	Ca^{++}	4	} Superphosphate à 40 % de P_2O_5
SO^{--}	2.388 (*)	Ca^{++}	2.388	
SO_4^{--}	1.612	Ca^{+++}	1.612	Sulfate de calcium hydraté (Gypse)
Cl^-	12	K^+	6.902	} Chlorure de potasse à 40 % de K_2O
		Na^+	5.098(**)	
NO_3^-	2.902	Na^+	2.902	Nitrate de sodium à 95 %
SO_4^{--}	8	Mg^{++}	8	Sulfate de magnésium hydraté à 98 %
NO_3^-	9.018	K^+	9.018	Nitrate de potassium à 95 %
NO_3^-	6			} Nitrate d'ammoniaque à 98,5 %
NH_4^+	6			
	$\Sigma = 60$		$\Sigma = 40$	

(*) et (**) Voir explications aux articles superphosphates et sels potassiques.

β. *Calcul des proportions*

Super	6.388 × 111.148	= 710.01	**16.20%**
Plâtre	1.612 × 86.089 × 100/100	= 146.07	**3.33**
Chlorure de potasse	12 × 67.712	= 812.62	**18.55**
Nitrate de soude	2.902 × 85.005 × 100/98	= 259.67	**5.93**
Sulfate de magnésie	8 × 123.249 × 100/98	= 1006.11	**22.96**
Nitrate de potasse	9.018 × 101.104 × 100/95	= 959.74	**21.90**
Nitrate d'ammoniaque	6 × 80.048 × 100/98.5	= 487.60	**11.13**
		ΣP : 4381.82	**100.00**

γ. *Composition centésimale*

NO_3^-	25.36	N_2O_5	22.09	Nnit.	5.73
SO^{--}	13.15	SO_3	10.96		
PO_4^{---}	8.67	P_2O_5	6.48		
Cl	9.71	Cl	9.71		
K^+	14.21	K_2O	17.12		
Ca^{++}	3.66	CaO	5.12		
Mg^{++}	2.22	MgO	3.68		
Na^+	4.20	Na_2O	5.66		
NH_4^+	2.47	$(NH_4)_2O$	3.57	Nam.	1.92
					7.65

3me RÉALISATION : *Utilisation de substances analysées.*

α. *Résultats d'analyses.*

Superphosphate { 40.88% de P_2O_5 soluble dans l'eau (54.70% PO_4)
13.25% de SO_3 total (15.90% SO_4).

Chlorure de potasse { 39.50% de K_2O (33.93% K).
51.50 de Cl.

Sulfate de magnésie : 39.00 de SO_3.

Nitrate de soude : 15.50% de N nitrique.
Nitrate de potasse : 13.22% de N nitrique.
Plâtre : 47.00% de SO_3 total.

Nitrate d'ammoniaque { 17.25% de N ammoniacal.
17.25% de N nitrique

β. *Calculs préliminaires.*

Les résultats d'analyse sont traduits :

1) en % de pureté pour les sels simples ;
2) en équilibre pour les sels mélangés.

A. Pureté des sels simples.

a. Le sulfate de magnésie anhydre contient 66.51% de SO_3 et le sulfate hydraté en contient 38.98% ; le sel utilisé correspond ainsi à 58.63% de sel anhydre ou 100.05% de sel hydraté.

b. Le nitrate de soude pur contient 16.48% de N nitrique : le sel utilisé correspond ainsi à 94.05% de sel pur.

c. Le nitrate de potasse pur contient 13.85% d'azote nitrique : le sel utilisé correspond ainsi à 95.47% de sel pur.

d. Le sulfate de calcium anhydre contient 70.57% de SO_3 et le sulfate hydraté en contient 46.53% : le gypse utilisé correspond ainsi à 66.60% de sulfate anhydre ou 101.01% de sel hydraté.

e. Le nitrate d'ammoniaque pur contient 35.00% de N dont une moitié est sous forme ammoniacale et l'autre sous forme nitrique : le sel utilisé correspond ainsi à 98.57% de sel pur.

B. Équilibre du super et du sel de potasse.

a. 100 grammes de super renferment, si on fait abstraction des impuretés et qu'on suppose les sels saturés (voir tableaux 1, 5 et 6) :

$$\text{Val}_{P_2O_5} : \frac{40.88}{23.660} = 1.7278$$

$$\text{Val}_{SO_3} : \frac{13.25}{40.033} = 0.3310$$

$$\text{Val}_{CaO} : \frac{1}{3}\,\text{Val}_{P_2O_5} + \text{Val}_{SO_3} = 0.9069$$

Quantité de super renfermant un g.Val_{CaO} : $\frac{100}{0.9069} = 110.26$ gr.

b. 100 grammes de chlorure de potasse renferment (voir tableaux 1, 14 et 15) :

$$g.Val_{K_2O} : \frac{39.50}{47.096} = 0.8759$$

$$g.Val_{Cl} : \frac{51.50}{35.457} = 1.4525$$

$$g.Val_{Na_2O} = Val_{Cl} - Val_{K_2O} = 0.5766$$

Quantité de sel correspondant à un $g.Val_{Cl} : \frac{100}{1.4535} = 68.85$ gr.

$$Val_{K_2O} = 0.6030\ Val_{Cl}$$

$$Val_{Na_2O} = 0.3970\ Val_{Cl}$$

γ. *Équilibre des constituants*

PO_4^{---}	12	Ca^{++}	4	Super suivant analyse
SO_4^{--}	2.30(*)	Ca^{++}	2.30	
SO_4^{--}	1.70	Ca^{++}	1.70	Plâtre suivant analyse
Cl^-	12	K^+	7.236	Chlorure de potasse suivant analyse
		Na^+	4.764(*)	
NO_3^-	8.764	K^+	8.764	Nitrate de potasse
NO_3^-	3.236	Na^+	3.236	Nitrate de soude
SO_4^{--}	8	Mg^{++}	8	Sulfate de magnésie
NO_3^-	6			Nitrate d'ammoniaque
NH_4^+	6			

(*) Comme dans le cas précédent.

∂. *Calcul des proportions*

Super	6.30 × 110.26	=	694.64 →	**15.93**	%
Plâtre	1.70 × 86.089 × 100/101.01	=	144.89	**3.32**	
Chlorure de potasse	12 × 68.85	=	826.20	**18.95**	
Nitrate de potasse	8.764 × 101.104 × 100/ 95.47	=	928.11	**21.19**	
Nitrate de soude	3.236 × 85.005 × 100/ 94.05	=	292.47	**6.71**	
Sulfate de magnésie	8 × 123.249 × 100/100.05	=	985.50	**22.61**	
Nitrate d'ammoniaque	6 × 80.048 × 100/ 98.57	=	487.25	**11.18**	
			4259.06	**100.00**	

ε. *Composition centésimale*

NO_3^-	25.61	N_2O_5	22.31	$N_{nit.}$	5.78
SO_4^{--}	13.21	SO_3	11.01		
PO_4^{---}	8.71	P_2O_5	6.51		
Cl^-	9.76	Cl	9.76		
K^+	14.29	K_2O	17.21		
Ca^{++}	3.72	CaO	5.21		
Mg^{++}	2.23	MgO	3.70		
Na^+	4.22	Na_2O	5.69	$N_{am.}$	1.93
NH_4^+	2.48	$(NH_4)_2O$	3.58		7.71

4me RÉALISATION : *Préparation par action chimique.*

On demande de préparer l'engrais dissous, en faisant réagir l'acide nitrique sur un phosphate naturel.

α. *Analyse des constituants*

a. Phosphate naturel : 28,00 % P_2O_5 et 15,00 % CO_2
b. Chlorure potassique : 39,50 % K_2O et 51,50 % Cl.

β. *Calculs préliminaires.*

a. 100 grammes de phosphate naturel renferment :

$$\text{g. Val } P_2O_5 : \frac{28}{23{,}66} = 1{,}1835$$

$$\text{g. Val } CO_2 : \frac{15}{22{,}005} = 0{,}6816$$

$$\text{g. Val CaO} = \text{g. Val } P_2O_5 + \text{g. Val } CO_2 = 1{,}8651$$

$$\text{Val } P_2O_5 = 0{,}6345 \text{ Val CaO.}$$

b. Pour ce qui concerne le chlorure potassique, on se reporte au cas précédent.

γ. *Équilibre des constituants*

PO_4^{---}	5.076	Ca^{++}	1.692 (*)	Phosphate naturel
		Ca^{++}	6.308	
NO_3^-	6.308	H^+		Acide nitrique 100 % (dissous dans l'eau)
SO_4^{--}	8	Mg^{++}	8	Sulfate de magnésie hydraté (100 %)
Cl^-	12	K^+	7.236	Chlorure de potasse suivant analyse
		Na^+	4.764	
SO_4^{--}	4	K^+	4	Sulfate de potasse (100 %)
NO_3^-	4.764	K^+	4.764	Nitrate de potasse (100 %)
NO_3^-	3.236	Na^+	3.236	Nitrate de soude (100 %)
PO_4^{---}	6.924			Phosphate biammonique (100 %)
NH_4^+	4.616			
NH_4^+	2.538			Nitrate ammonique (100 %)
NO_3^-	2.538			
Σ =	60	Σ =	40	

(*) 8 g Val CaO correspondent à 8 × 0.6345 g. Val P_2O_5 = 5.076.

∂. *Calcul des proportions*

Phosphate naturel	8	× 53.61 =	428.88 →	**10.09** %
Acide nitrique	6.308	× 63.016 =	397.30	**9.35**
Sulfate de magnésie	8	× 123.249 =	985.99	**23.19**
Chlorure de potasse	12	68.85 =	826.20	**19.52**
Sulfate de potasse	4	87.129 =	348.52	**8.20**
Nitrate de potasse	4.764	101.104 =	481.66	**11.33**
Nitrate de soude	3.236	85.005 =	275.08	**6.47**
Phosphate biammonique	6.924	44.022 =	304.81	**7.17**
Nitrate d'ammoniaque	2.538	80.048 =	203.16	**4.78**
		ΣP =	4251.80	**100.00**

ε. *Composition centésimale après réaction*

(On a supposé qu'il s'élimine exactement 2.13 % de H_2CO_3 sous l'action de HNO_3).

NO_3^-	25.17	N_2O_5	21.92	$N_{nit.}$	5.69
SO_4^{--}	13.89	SO_3	11.58		
PO_4^{---}	9.16	P_2O_5	6.85		
Cl^-	10.25	Cl	10.25		
K^+	15.03	K_2O	18.11		
Ca^{++}	3.86	CaO	5.40		
Mg^{++}	2.35	MgO	3.90		
Na^+	4.44	Na_2O	5.99		
NH_4^+	3.11	$(NH_4)_2O$	4.49	$N_{am.}$	2.41
					8.10

D. FORMULATIONS ALCALINES

Formule à réaliser : NO_3^-, SO_4^{--}, PO_4^{---}, Cl^-, K^+, Ca^{++}, Mg^{++}, Na^+
10 10 10 10 12 24 12 12

Σ. $Val_{anions} = 40$ Σ. $Val_{cations} = 60$

Remarque préliminaire: L'emploi des sels ammoniacaux et des phosphates mono ou bimétalliques est prohibé.

1re RÉALISATION : *Usage des phosphates naturels micronisés.*

α. *Résultats d'analyse.*

Phosphate naturel 28.00% de P_2O_5 (37.47 PO_4^{---}) et
15.00% de CO_2 (20.45 CO_3^{--})
Chlorure de potasse : 40.88% de K_2O (33.93 de K^+)
51.50% de Cl
Chaux dolomitique : 58.00% de CaO (41.45 Ca)
36.00% de MgO (21.71 Mg)
Nitrate de soude 15.50 de N nitrique (94.05 $NaNO_3$)

β. *Calculs préliminaires.*

a. 100 grammes du phosphate utilisé renferment : 1.1835 g.$Val_{PO_4^{---}}$
0.6816 g.$Val_{CO_3^{--}}$

$$g.Val_{Ca^{++}} = \frac{3}{3}\, g.Val_{PO_4^{---}} + g.Val_{CO_3^{--}} = 1.8651$$

Quantité de phosphate renfermant un g.$Val_{Ca^{++}}$:

$$\frac{100}{1.8651} = 53.61 \text{ gr.}$$

Teneur en CaO : $28.04 \times 1.8651 = 52.30\%$ (37.38 Ca).

$$g.Val_{CO_3^{--}} = 0.5759\ g.Val_{PO_4^{---}}$$

b. Les calculs afférents au chlorure de potasse ont été donnés plus avant.

c. 100 grammes de chaux dolomitique renferment : 2.0685 g.$Val_{Ca^{++}}$
1.7857 g.$Val_{Mg^{++}}$

$$Val_{Mg^{++}} = 0.8633\ Val_{Ca^{++}}$$

$$Val_{Ca^{++}} = 1.1583\ Val_{Mg^{++}}$$

Quantité de matière renfermant un g.$Val_{Ca^{++}}$: $\frac{100}{2.0685} = 48.34$ gr.

γ. *Équilibre des constituants.*

PO_4^{---}	10	Ca^{++}	10	Phosphate naturel micronisé
CO_3^{--}		Ca^{++}	5.759	
Cl^-	10	K^+	6.030	Chlorure de potasse
		Na^+	3.970	
NO_3^-	6.030	Na^+	6.030	Nitrate de soude à 94.05 %
SO_4^{--}	10	Mg^{++}	10	Sulfate de magnésie (voir plus avant)
-		Mg^{++}	2	Chaux dolomitique
		Ca^{++}	2.317	
NO_3^-	3.970	K^+	3.970	Nitrate de potasse à 95.47 %
CO_3^{--}		K^+	2	Carbonate de potasse
CO_3^{--}		Ca^{++}	6	Craie pure

Remarque : Le carbonate de potasse est ici utilisé pour parfaire l'équilibre malgré son prix élevé et son *emploi peu judicieux.*

∂. *Calcul des proportions*

Phosphate micronisé	15.759 ×	53.61	= 844.84 →	**19.27 %**
Chlorure de potasse	10 ×	65.85	= 688.50	**15.70**
Nitrate de soude	6.030 ×	85.005 × 100 / 94.05	= 542.30	**12.37**
Nitrate de potasse	3.970 ×	101.104 × 100 / 95.47	= 420.42	**9.59**
Sulfate de magnésie	10 ×	123.249 × 100 / 100.05	= 1231.87	**28.50**
Chaux dolomitique	2.317 ×	48.34	= 111.98	**2.55**
Carbonate de potasse	2 ×	69.101	= 138.20	**3.15**
Craie	6 ×	50.045	= 300.27	**6.85**
Carbonate de soude	2 ×	53.002	= 106.00	**2.42**
			Σg = 4384.38	**100.00**

ε. *Composition centésimale*

NO_3^-	14.10 %	N_2O_5	12.28 %	$N_{nit.}$	3.19
SO_4^{--}	10.96	SO_3	9.13		
PO_4^{---}	7.22	P_2O_5	5.40		
Cl^-	8.09	Cl	8.09		
K^{++}	10.64	K_2O	12.82		
Ca^{++}	11.00	CaO	15.39		
Mg^{++}	3.32	MgO	5.50		
Na^+	6.27	Na_2O	8.45		
CO_3^{--}	9.77	CO_2	7.16		

2me RÉALISATION : *Utilisation de scories Thomas.*

α. *Résultats d'analyse.*

a. Scories Thomas : 18.80% de P_2O_5 soluble dans l'acide citrique à 2% (25.16 PO_4)
47.50% de CaO total (33.95 Ca).

b. Les analyses des autres constituants ont été données au cas précédent.

β. *Calculs préliminaires.*

a. Scories Thomas
100 grammes de scories renferment : 0.7947 $Val_{PO_4^{---}}$
1.6941 $Val_{Ca^{++}}$

$$Val_{Ca^{++}} = 2.132\ Val_{PO_4^{---}}$$

$$1\ Val_{Ca^{++}} \text{ est contenu dans } \frac{100}{1.6941} = 59.03 \text{ gr.}$$

∂. *Équilibre des constituants*

PO_4^{---}	10	Ca^{++}	21.32	Scories Thomas suivant analyse
NO_3^-	10	Na^+	10	Nitrate de soude à 94.05 %
SO_4^{--}	10	Mg^{++}	10	Sulfate de magnésie à 100.05 %
Cl^-	10	K^+	10	Chlorure de potasse à 95 %
		Mg^{++}	2	Chaux dolomitique suivant analyse
		Ca^{++}	2.317	
CO_3^{--}		K^+	2	Carbonate de potasse anhydre
CO_3^{--}		Na^+	2	Carbonate de soude anhydre
CO_3^{--}		Ca^{++}	0.683	Craie pure

∂. *Calcul des proportions*

Scories	21.32	× 59.03		= 1258.51	→	**27.54** %
Nitrate de soude	10	× 85.005	× 100 / 94.05	= 903.82		**19.79**
Sulfate de magnésie	10	× 123.249	× 100 / 100.05	= 1231.87		**26.96**
Chlorure de potasse	10	× 74.553	× 100 / 95	= 784.76		**17.17**
Chaux dolomitique	2.317	× 48.34		= 112.00		**2.45**
Carbonate de potasse	2	× 69.101		= 138.20		**3.02**
Carbonate de soude	2	× 53.002		= 106.00		**2.32**
Craie	0.683	× 50.045		= 34.18		**0.75**
				ΣP = 4569.34		**100.00**

ε. *Composition centésimale*

NO_3^-	13.17	N_2O_5	11.82	$N_{nit.}$	3.07
SO_4^{--}	10.51	SO_3	8.76		
PO_4^{---}	6.93	P_2O_5	5.18		
Cl^-	7.58	Cl	7.58		
K^+	10.26	K_2O	12.36		
Ca^{++}	10.66	CaO	14.92		
Mg^{++}	3.19	MgO	5.29		
Na^+	6.05	Na_2O	8.16		
CO_3^{--}	3.07	CO_2	2.25		

CONCLUSIONS

Il est évident que toutes les formules d'équilibre ne sont pas naturellement réalisables ; s'il est souvent indispensable de faire appel à des engrais de base riches, il est convenable de s'adresser à ceux qui fourniront le mélange aux conditions les plus avantageuses.

Les prix de la main-d'œuvre et des frais de transport doivent aussi intervenir ; il est donc indispensable d'être très bien au courant des prix du marché pour pouvoir choisir parmi les possibilités de réalisation celle qui est la plus économique.

Lorsqu'il s'avère qu'une formule d'équilibre n'est pas réalisable par apport des matières de base ordinaires, on en recherchera d'autres, en respectant toutefois les prescriptions générales qui règlent les mélanges d'engrais.

Index bibliographique.

1. Beyersdorfer, P. — *Praktischer Rechnen mit chemischen Äquivalenten.* Fachbuchverlag, Leipzig, 1952.
2. Charliers, N. — *Méthodologie des essais de fertilisations.* VIII[e] Congrès Intertional des Industries agricoles. Bruxelles, 1950.
3. Chesneau, H. — *Lois générales de la chimie.* Béranger, Paris, 1899.
4. Homes, M. — *L'alimentation minérale des plantes et le problème des engrais chimiques.* Sciences et Lettres, Liège, 1953.

Les parasites mycologiques du sapin de Douglas

Pseudotsuga taxifolia (LAM) BRITT

par

Marcel Fuchs,
3e Ingénieur Eaux et Forêts I. A. Gx.

Introduction.

Il est devenu un lieu commun de souligner l'importance exceptionnelle prise par le sapin de Douglas parmi les essences exotiques introduites en Europe. Cet intérêt est principalement dû à la forte productivité de cette essence, dépassant de très loin tous les résineux d'origine européenne. Aussi, sa culture s'est rapidement répandue dans les Iles Britanniques, les Pays-Bas, la Scandinavie, l'Allemagne, la Belgique, la France, la Suisse, le Nord de l'Italie et de la Yougoslavie, l'Autriche et la Tchécoslovaquie.

Cette essence est originaire de l'Ouest américain où elle occupe une aire de dispersion très vaste allant de l'Alaska à la Californie, de la Côte du Pacifique jusqu'aux chaînes les plus continentales des Montagnes Rocheuses. En Amérique même, l'intérêt pour cette essence est très grand, aussi a-t-elle été introduite dans l'Est, toujours en raison de sa forte productivité.

Possédant une aire de dispersion aussi vaste, comprenant des climats très différents, il est normal que l'espèce comporte une grande variété de formes que les auteurs classent généralement selon trois grands types constituant des entités plus ou moins définies par les caractères morphologiques, le comportement et la position géographique.

1. Le type *viridis* — à croissance très rapide, de forte productivité, dont l'aire naturelle est la chaîne côtière et le versant humide des Cascades.

2. Le type *glauca* — à caractère xérophytique marqué, de croissance lente, venant des Montagnes Rocheuses continentales.

3. Le type *caesia* — plus ou moins intermédiaire par son comportement donne lieu à des variations importantes. Son origine est plus nordique ; il occupe les Montagnes Rocheuses septentrionales mais on peut en trouver des formes jusqu'en Colombie britannique.

Chacun de ces trois groupes est loin d'être homogène. Dans la variété *viridis* par exemple, il existe des types plus résistants aux grands froids, d'autres qui y sont très sensibles. La variété *caesia* montre souvent des vitesses de croissance et des formes différentes selon l'origine. Enfin, ces trois grandes variétés réagissent de façon différente au parasitisme.

L'état sanitaire du sapin de Douglas dans son aire naturelle de dispersion.

Les principales attaques d'origine cryptogamique dans les forêts de sapin de Douglas de l'aire naturelle sont diverses pourritures du tronc qui, même si elles ne causent pas toujours la mort de l'arbre, entraînent des dégâts considérables en raison de la dépréciation technologique qu'elles provoquent (5).

Les agents infectieux ne sont pas encore tous identifiés, mais les principaux sont connus.

Le plus important est *Fomes pini* (Thore)lloyd. J. S. Boyce a constaté par l'étude de parcelles dans les États d'Oregon et de Washington que *Fomes pini* est responsable de plus de 80 pour-cent des pertes en volume de bois. Le reste des dégâts est provoqué par *Polyporus schweinitzii*, *Fomes laricis*, *Fomes roseus*, *Poria sp.* ou des agents inconnus.

Ces parasites sont réputés n'attaquer les peuplements de Douglas qu'à un âge avancé. Aussi préoccupent-ils les forestiers américains étant donné que les Douglas atteignent chez eux fréquemment plus de 300 ans avant d'être exploités.

A cause de la difficulté d'envisager une lutte efficace contre ces parasites, l'objectif principal des forestiers américains est d'utiliser le mieux possible les troncs pourris par un tronçonnage judicieux visant à éliminer le bois déprécié. Les fortes dimensions des Douglas permettent ainsi une récupération importante.

En Europe, ces parasites ne se sont pas signalés à l'attention des forestiers. Leur absence est due très probablement à la jeunesse des peuplements de Douglas. Cependant, ceux-ci ne sont pas à l'abri de façon certaine. En effet, J. S. Boyce signale en Amérique un peuplement de 27 ans, attaqué par *Fomes pini*. D'autre part, *Polyporus schweinitzii*, qui est surtout fréquent dans les peuplements ayant subi un incendie, peut provoquer une infection à n'importe quel âge ; il suffit d'une blessure au tronc pour permettre la pénétration du parasite.

Même si le sapin de Douglas n'est pas destiné à faire de très vieux arbres en Europe, la menace de ces pourritures subsiste car nous ignorons comment se comporteront les deuxièmes générations de cette essence face à ces parasites si ceux-ci prennent pied de ce côté de l'Océan.

Le sapin de Douglas connaît dans sa patrie des parasites d'autres types, notamment les parasites des aiguilles. Mais ceux-ci ne causent pas de dommages. Parmi les responsables de ces attaques, nous trouvons : *Rhabdocline*

pseudotsugae SYDOW et un *Adelopus* que la plupart des auteurs reconnaissent comme *Adelopus gäumanni* RHODE ou *Phaeocryptopus pseudotsugae* (RHODE) PETRAK (3). Leur virulence toutefois n'y est que faible. Dès que l'on quitte l'aire naturelle du sapin de Douglas, ces deux parasites prennent une importance considérable. Aussi peuvent-ils compromettre le succès de la culture de cette essence dans l'Est américain et en Europe.

Les parasites du sapin de Douglas en Europe.

Le sapin de Douglas fut longtemps considéré comme exempt de parasites mycologiques graves. Cette qualité supplémentaire a contribué à étendre la culture de cette essence exotique. Malheureusement, à partir de 1930 les premiers dégâts ont commencé à soulever l'inquiétude des forestiers. Depuis lors, la liste des parasites s'est allongée.

En 1950, J. S. BOYCE, au cours d'une vaste enquête phytopathologique en Europe relève : *Adelopus gäumanni, Rhabdocline pseudotsugae, Phomopsis pseudotsugae, Armillaria mellea, Fomes annosus.* En outre, un chermes attaque l'essence : *Chermes (Gillettella) Cooleyi* GILL.

Armillaria mellea a été trouvé sur le Douglas vert en Autriche, dans un peuplement (altitude 1100 m) où les arbres ont été affaiblis à cause de deux hivers (1948 et 1949) présentant des températures relativement douces suivies de froids très intenses.

Quant à la sensibilité de l'essence relativement à *Fomes annosus*, les avis sont encore partagés. L'existence dans son aire naturelle de dégâts importants causés par des pourritures très diverses, permet de présumer qu'un agent aussi polyphage que celui de la pourriture rouge est capable de l'attaquer. Mais, ce n'est que l'observation du comportement de l'essence dans des situations infectées qui pourra éclairer le problème. A ce propos, BOYCE signale (4) que dans un peuplement, mélangé de Douglas verts et d'épicéas, plantés vers 1890 près de Lausanne, les Douglas avaient une croissance deux fois et demie supérieure à celle des épicéas. Ceux-ci étaient gravement atteints par *Fomes annosus*, tandis que les premiers étaient indemnes et commençaient à se régénérer naturellement dans les trouées. Cependant, cette observation semblant indiquer l'immunité du sapin de Douglas vis-à-vis de la pourriture rouge doit être interprétée avec prudence.

Dans ce mélange, l'épicéa, ravalé dans le sous-étage, devient une victime facile pour le parasite, alors que le sapin de Douglas très vigoureux peut opposer une résistance victorieuse. Une autre observation faite en Hollande, près de Zwolle (4), dans une plantation de Douglas verts de 6 ans, sur un sol occupé précédemment par le mélèze et le hêtre, indique une mortalité de deux pour-cent causée par *Fomes annosus*. Le champignon portait des fructifications au collet de chaque tige tuée. La pourriture atteignait soit les racines latérales, soit le pivot, l'infection du pivot seule étant très dangereuse.

Phomopsis pseudotsugae WILSON.

1. *Origine et extension du parasite.*

Phomopsis pseudotsugae WILSON est un parasite originaire du vieux continent. Il n'a jamais été mis en évidence en Amérique ; d'autre part, il est largement répandu en Europe, sur des essences très diverses : *Abies alba* MILL., *Cedrus atlantica* MANETTI, *Cedrus deodora* LOUD, *Larix leptolepis* MURR., *Larix sibirica* LEDER. Le Douglas constitue un nouvel hôte pour ce parasite qui s'attaque encore à d'autres essences exotiques, comme le Tsuga, le Sequoia et l'*Abies grandis* LINDL. D'autre part, un agent saprophytique responsable du bleuissement du bois d'épicéa et de pin, reconnu comme *Discula pinicola* (NAUM)PETRAK par LAGERBERG et MELIN, s'est avéré être le même organisme que *Phomopsis pseudotsugae* WILSON (13).

Les travaux de ROBAK, qui aboutirent à cette identification, mirent également en évidence l'existence de diverses souches de virulence différente.

En 1929, le champignon avait été reconnu en Angleterre, en Hollande, en Scandinavie et en Tchécoslovaquie. WILSON et HAHN estimaient que l'Allemagne, la Belgique et la France étaient comprises dans son aire de dispersion, bien qu'il n'y ait point été reconnu (2). Conformément à ces prédictions, en juillet 1949, *Phomopsis pseudotsugae* était découvert sur le Douglas en Belgique (12).

2. *Symptômes de la maladie et types de dégâts.*

Sur le Douglas, *Phomopsis pseudotsugae* peut entraîner trois types de lésions selon la partie de l'arbre attaquée :

1° *Mort de pousses.*

L'attaque se produit sur les extrémités de la tige et des branches. Les aiguilles jaunissent, puis virent au brun, pour finir par tomber lorsqu'elles sont complètement désséchées. La pousse est ainsi tuée et dénudée. Le mycélium, pénétrant par des blessures ou des tissus jeunes non protégés, envahit l'écorce et le cambium. Par suite de la mort de ce dernier, le rameau cesse de grossir, dès lors un épaississement brusque, situé le plus souvent à l'insertion de la pousse sur le rameau, marque la limite entre la partie saine et la partie malade. Sur l'écorce, les fructifications du mycélium sont visibles.

2° *Ceinturage des tiges.*

Le parasite peut attaquer à la faveur d'une courte pousse latérale des parties plus anciennes. Le mycélium envahit l'écorce sur tout le pourtour. Dans la partie malade, le cambium cesse son activité ; il n'y a plus d'accroissement en diamètre, ce qui provoque un étranglement entre deux parties qui continuent

à grossir. Au bout d'un certain temps, la partie supérieure de la branche dépérit, par suite du ralentissement de la circulation de la sève.

3° *Lésions chancreuses.*

Les lésions chancreuses se produisent sur le tronc et les grosses branches (diamètre inférieur à 20 cm), l'infection se réalisant par une blessure ou une pousse latérale. Les chancres sont de forme allongée ; si ceux-ci sont nombreux, ils mettent en danger la vie de l'arbre, l'écorce étant tuée. Un chancre isolé peut guérir car le mycélium ne vit qu'un an. Les lésions chancreuses atteignent également les jeunes rameaux formant des plages déprimées de 5 à 30 mm de diamètre, laissant apparaître sous l'écorce, les pycnides du parasite. L'attaque par ce champignon se fait généralement sur des arbres de moins de 25 ans ; c'est dans le tout jeune âge que l'on rencontre le plus souvent la maladie sous forme de la mort des pousses.

3. *Morphologie et biologie du parasite.*

Le champignon présente des pycnides globuleuses noires de 300 μ de diamètre ; le plus souvent elles sont sur les tissus morts. D'abord subcorticales, elles apparaissent ensuite à travers des fentes. Ces pycnides renferment des pycnospores hyalines, ellipsoïdes ou fusiformes, pourvues de deux vacuoles. Les spores filiformes et courbées fréquentes chez le genre *Phomopsis* n'y existeraient pas. Au printemps, les hyphes germinatifs infectent l'écorce tendre des jeunes pousses ou une plaie. Le mycélium envahit l'écorce et le cambium en provoquant la mort de ce dernier. Le mycélium ne vit qu'un an et si les attaques ne sont pas répétées, les bourrelets cicatriciels parviennent à refermer la plaie.

4° *Influence des facteurs du climat.*

Les chancres sont plus nombreux dans les régions froides et humides de l'Écosse et du Pays de Galles que dans les régions plus sèches et plus chaudes de l'Angleterre. D'autre part, le parasite a été mis en évidence en Belgique à la suite d'un hiver doux mais suivi d'un printemps avec grands écarts de chaleur et d'humidité, et gelées tardives en mai. C'est pourquoi Plasman (12) pense que la gelée est la cause primaire de l'infection. Ce seraient les lésions provoquées par la gelée qui serviraient de voies d'accès au parasite.

5° *Les moyens de lutte.*

Les moyens de lutte se résument à empêcher la propagation des germes en arrachant et brûlant les sujets atteints dans les pépinières ou les jeunes plantations. Les chancres isolés pouvant guérir, la prudence dans l'intervention s'impose lorsqu'il s'agit d'arbres plus âgés. Des défauts peuvent subsister

dans le bois à cause de malformations dans les tissus secondaires. La lutte préventive consistera à protéger les sujets contre les blessures d'origines diverses (élagage des branches vertes, gibier), à leur donner un abri contre la gelée et à ne pas introduire l'essence dans les endroits où elle ne rencontre pas des exigences climatiques répondant à son tempérament.

6° *Le parasite en Belgique.*

Jusqu'à présent, en dehors de la région de Neufchâteau, où le parasite a été mis en évidence en 1949 sans qu'une extension du mal ait été observée (1953), le *Phomopsis pseudotsugae* ne s'est plus manifesté en Belgique.

Rhabdocline pseudotsugae Sydow.

1. *Origine et extension du parasite.*

Le *Rhabdocline* était signalé dès 1911 dans les forêts de Douglas en Amérique où il causait une chute prématurée des aiguilles. Mais la maladie restait locale et était de peu de gravité. C'est en 1926 que Wilson observa pour la première fois *Rhabdocline pseudotsugae* Sydow en Europe, dans le sud de l'Écosse sur des peuplements de 15 à 20 ans. Le parasite est donc d'origine américaine et a suivi le sapin de Douglas dans son aire de culture.

Les observations d'Écosse montrèrent promptement que les variétés *glauca* et *caesia* étaient les plus menacées, la variété *viridis* se montrant plus réfractaire à la maladie. Le parasite provoqua la plus vive inquiétude parce qu'à ce moment la supériorité des races maritimes sur les races continentales n'était pas encore établie avec certitude. C'est pourquoi des mesures douanières sévères furent établies en Allemagne notamment. Elles n'empêchèrent pas le parasite d'atteindre la Hollande et le nord-ouest de l'Allemagne en 1931. C'est en 1943 qu'il est reconnu de façon certaine en Belgique (15). Meyer signale en 1950 la découverte du parasite dans des peuplements de Douglas (11) verts de moins de 10 ans dans la région côtière du nord de l'Allemagne. L'ensemble des jeunes aiguilles portaient des fructifications du champignon indiquant une infection par spores en 1949. Cette infection, selon Meyer, serait due aux conditions climatiques exceptionnelles du mois de mai 1949 (température élevée et 200-250 pour-cent des précipitations normales) au moment de la maturité des spores.

2. *Morphologie et biologie du parasite.*

Les spores émises au printemps germent sur les aiguilles de la jeune pousse de mai. Elles forment des hyphes qui réalisent l'infection par les stomates. Les hyphes épargnent les cellules de garde et les cellules épidermiques pour attaquer les cellules parenchymateuses voisines du stomate. Le mycélium qui

se développe est intracellulaire et se propage de cellule à cellule en perforant les parois. Après huit semaines, l'infection atteint l'endoderme. Elle contourne le faisceau conducteur sans attaquer les cellules endodermiques. Au bout de 4-6 mois, le parenchyme palissadique est atteint. La maladie apparaît alors sous forme de taches sur les aiguilles. Au printemps suivant, ces taches prennent une coloration brune, gonflent et provoquent le fendillement de l'épiderme, laissant apparaître une apothécie renfermant des asques cylindriques contenant huit ascospores hyalines monocellulaires. Les paraphyses sont droites et non cloisonnées. Les ascospores sont de forme allongée et généralement étranglées par le milieu. Lors de leur émission, elles peuvent former une cloison et devenir ainsi bicellulaire. L'une des cellules ainsi formée devient plus foncée et épaissit sa membrane, l'autre reste hyaline mais ne germe pas.

3. *Aspects de la maladie et type de dégâts.*

Peu de temps après la maturité des spores, l'aiguille infectée tombe. Environ trois mois avant cette chute, le mycélium étant parvenu à perforer les cellules endodermiques, infecte le faisceau conducteur ; c'est probablement ainsi qu'il cause la chute prématurée des aiguilles. La nouvelle infection est stricte-

Fig. 1. — Aspect typique d'une attaque de *Rhabdocline* sur Douglas verts de 7 ans (avril 1950). Date de la première attaque : printemps 1948. Vide entre vieilles aiguilles saines et jeunes aiguilles attaquées.

(D'après Meyer, 11).

ment liée à la pousse de mai. C'est ce qui donne le faciès typique de la maladie. Si le moment de la première infection n'est pas très éloigné, il apparaît un espace dégarni entre les vieilles aiguilles saines et les aiguilles infectées du nouveau rameau (fig. 1).

Si l'attaque sévit depuis longtemps, les vieilles aiguilles tombent naturellement. Il ne reste plus que les aiguilles malades de la pousse de l'année qui provoquent la nouvelle infection sur la pousse de mai.

La gravité du parasite apparaît donc à partir du moment où celui-ci a la possibilité de réaliser chaque année une infection, car il provoque ainsi la défoliation progressive de l'arbre. Une attaque passagère ne présente aucun caractère de gravité sauf dans le cas de très jeunes sujets.

4. *Variétés attaquées par le parasite.*

Le *Rhabdocline* attaque principalement les variétés *glauca* et *caesia*. La variété *viridis* est beaucoup plus réfractaire au parasite, mais elle peut être attaquée. Il semble que parmi les races de *glauca* et surtout celles de *caesia*, le comportement à l'égard du parasite soit variable.

Dans une étude entreprise en Allemagne sur le comportement des Douglas selon les origines (4), Flöhr conclut que pour ce pays, l'origine la plus intéressante pour la résistance à *Rhabdocline* est le Douglas vert de Snoqualmie (nord-ouest de l'État de Washington, versant ouest des Cascades). Le graphique (fig. 2, partie inférieure) résume les résultats acquis en 1955 par l'expérience en cours.

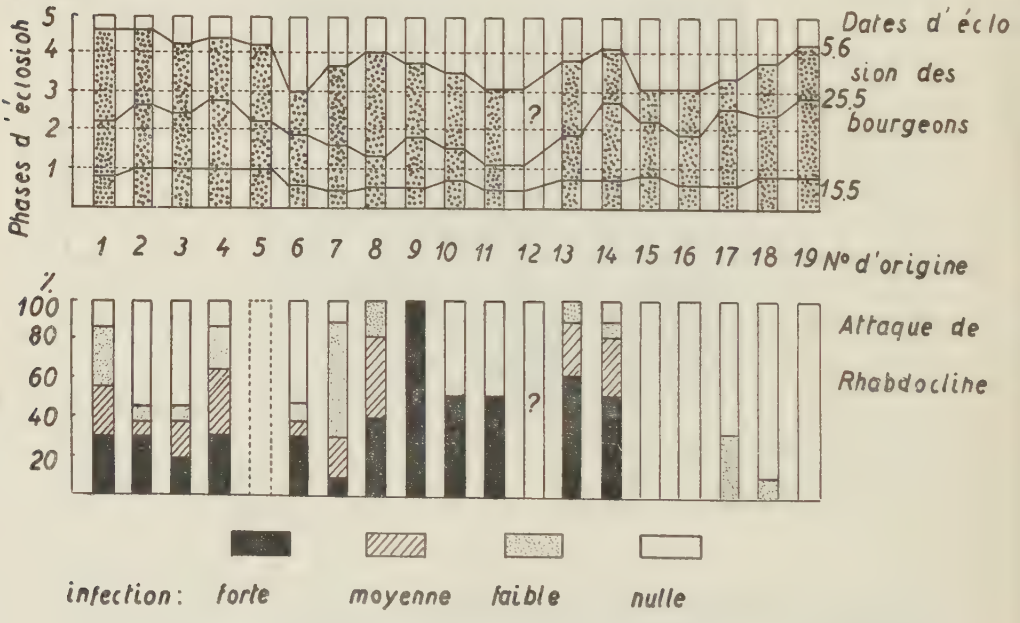


Fig. 2. — Représentation de l'état sanitaire et de l'éclosion des bourgeons de Douglas d'origines différentes.

(Graphique simplifié. D'après Lyr, 10).

Pour la bonne compréhension du graphique la liste suivante situe les localités où ont été récoltées les semences pour mener l'étude :

1. Pike	glauca	Colorado	
2. Sopris	glauca	Colorado central	
3. San Isabel	glauca	Colorado central sud	
4. Pecos	glauca	Nouveau Mexique nord	
5. Madison	caesia	Montana sud-ouest	
6. Bitterroot	caesia	Montana ouest	
7. Lolo	caesia	Montana ouest	
8. Salmon	caesia	Idaho est	
9. Payette	caesia	Idaho ouest	
10. Sawtooth	caesia	Idaho sud	
11. Minidoka	caesia	Idaho sud	
12. Pocatello	caesia	Idaho sud-est	
13. Calville	caesia	Washington nord est	
14. Chelace	viridis	Washington nord	versant est des Cascades
15. Snoqualmie 1.	viridis	Washington nord-ouest	versant ouest des Cascades
16. Snoqualmie 2.	viridis	Washington nord-ouest	versant ouest des Cascades
17. Lassen	viridis	Californie nord	
18. Trinity	viridis	Californie nord ouest	
19. Tahoe	viridis	Californie est	

Les *glauca* et *caesia* de toutes les origines envisagées sont atteints, mais à des degrés divers. Certains *viridis*, ceux de Snoqualmie et de Tahoe, sont indemnes ; les autres sont légèrement attaqués, sauf celui de Chelace qui l'est plus gravement.

Une étude similaire entreprise en Belgique indique que les Douglas originaires des régions côtières et des Cascades des États de Washington, d'Orégon et de la Colombie britanique sont résistants au *Rhabdocline*. Les Douglas de la Colombie britanique intérieure ont un comportement très variable, certaines origines marquant une sensibilité très marquée au *Rhabdocline*. Les Douglas du Colorado sont très fortement attaqués par le parasite (9).

5. *Causes possibles d'immunité.*

Les variations de sensibilité au *Rhabdocline* conduisent inévitablement à rechercher les causes d'immunité. D'après Liese, le *Rhabdocline* épargne certaines variétés parce qu'elles sont plus tardives. Lyr [10] qui cite cette opinion l'estime erronée tout d'abord parce qu'au moment du développement de la nouvelle pousse des variétés les plus tardives, l'atmosphère contient suffisamment de spores virulentes pour provoquer une infection. D'autre part, il ne trouve pas de corrélation certaine entre la date d'éclosion des bourgeons et l'intensité de l'attaque du parasite. Le graphique de la figure 2 montre com-

bien cette relation est floue bien que les types 15 et 16, assez tardifs, soient faiblement attaqués.

Meyer [11] a recherché des causes morphologiques à l'immunité de certains types en comparant des aiguilles saines et des aiguilles malades. Ses travaux n'ont abouti à aucun résultat. En effet, le type *glauca* a des aiguilles xéromorphiques. L'épiderme est protégé par une cuticule épaisse. L'hypoderme et les cellules voisines des stomates ont des parois renforcées. C'est pourtant ce type qui est le plus sensible au parasite.

Devant ce résultat négatif le même auteur a recherché des causes physiologiques d'immunité. En étudiant la relation entre l'acidité des feuilles et leur résistance aux attaques de *Rhabdocline*, il a observé que le pH des cellules de garde sur les aiguilles attaquées variait de 3,7 à 4,3 alors que, pour des aiguilles saines, il se trouvait entre 3,0 et 3,5. Lyr qui recherche lui aussi une cause physiologique à l'immunité au *Rhabdocline* s'est orienté dans une autre voie [10]. Il estime que contrairement à l'avis émis par d'autres auteurs, le *Rhabdocline* est un parasite obligatoire. Il base cette opinion sur l'impossibilité de réaliser une culture du champignon sur milieu artificiel. Le parasite étant intracellulaire et se propageant de cellule à cellule par perforation des parois, l'immunité ne peut être que de nature plasmatique. Dans le cas d'un type résistant, la pénétration du parasite dans une cellule amène celle-ci à produire une réaction hyperergique aboutissant à l'autolyse de la cellule envahie. Comme le *Rhabdocline* ne peut se développer que sur un substrat vivant, cette réaction l'élimine automatiquement. Cette conception semble à première vue en contradiction avec l'observation de Meyer selon laquelle à la faveur d'un mois de mai exceptionnel une attaque de *Rhabdocline* s'est manifestée sur des Douglas verts considérés jusqu'alors comme réfractaires à la maladie. Le fait pourrait s'expliquer si l'on considère les conditions anormalement favorables au parasite : celui-ci a pu se développer beaucoup plus rapidement qu'à l'accoutumée et atteindre de nouvelles cellules vivantes avant le moment de la mort des cellules déjà infectées. Mais il ne s'agit là que d'une hypothèse.

6. *Action des facteurs stationnels sur l'infection.*

Les facteurs stationnels agissent à la fois sur le parasite et l'hôte, aussi est-il souvent difficile de discerner si telle attaque importante, dans des conditions propices à une forte infection, est provoquée par une action favorable directe des facteurs stationnels sur le parasite ou par leur action affaiblissante sur l'hôte. Dans le cas de *Rhabdocline*, cette dissociation entre les effets de ces facteurs sur le parasite d'une part, sur l'hôte d'autre part, est très difficile, étant donné l'impossibilité de réussir la culture *in vitro* du champignon. On a pu constater cependant que la température optimum de germination des spores allait de + 13°C à + 25°C. Pour le reste, on ne peut que constater la résultante de l'action du milieu sur le *Rhabdocline* et le Douglas. Mais, jusqu'à présent, les observations n'ont abouti à aucune conclusion précise à cause

de la forte prédominance du facteur racial qui masque toutes les autres actions. Il semble qu'une forte humidité printanière et estivale augmente la virulence de l'infection. On observe aussi que les arbres attaqués sont, dans la plupart des cas, des dominés ou des sous-dominants sans qu'il soit possible cependant de dire si cette situation est cause ou conséquence de l'attaque.

Le Douglas glauque, le plus attaqué en Europe occidentale, résiste très bien au *Rhabdocline* dans les montagnes de son aire naturelle. La lumière y est riche en rayons à courtes longueurs d'onde et les sols bien pourvus en sels minéraux. L'actinisme moins important de la lumière et les sols lessivés qu'il rencontre en Europe pourraient être des causes favorisant l'extension de la maladie. Lyr pense que la lumière peut avoir une influence sur l'infection [10]. Il a observé sur un Douglas fortement ombragé d'un côté seulement que les aiguilles du côté ombragé étaient parasitées alors qu'elles étaient saines dans la partie éclairée.

7. *Les moyens de lutte.*

En Belgique, la maladie se rencontre localement dans la plupart des régions du pays, notamment en Campine, en Moyenne Belgique et en Ardenne [1], mais elle ne semble pas devoir faire l'objet de mesures spéciales si ce n'est un choix judicieux du type à cultiver.

En Allemagne, où le parasite est plus répandu, la lutte en forêt a été tentée au moyen de fongicides à base de cuivre et de chaux.

Le traitement se fait par pulvérisation pendant le développement des jeunes pousses. Pour être efficace, la pulvérisation doit être répétée plusieurs fois au cours de cette période ; dans ces conditions, le traitement devient économiquement intolérable.

Phacocrytopus gaümanni (Rohde) Petrak.

1. *Synonymie.*

En 1925, un nouveau parasite des aiguilles du Douglas était découvert en Suisse. Le champignon responsable fut considéré comme étant *Adelopus balsamicola* (Peck) Theissen, saprophyte des aiguilles d'*Abies*, d'origine américaine. Steiner [14] le nomma *Adelopus balsamicola forma Douglasii*.

Rhode jugea nécessaire d'en faire une nouvelle espèce qu'il nomma *Adelopus gaümanii*, enfin Petrak lui donna son nom définitif *Phacocryptopus gaümanii*.

2. *Répartition du parasite en Europe.*

L'*Adelopus* est le plus répandu des parasites du Douglas. Il a suivi l'essence dans pratiquement toute son aire de culture, à l'exception de l'Italie où un été très sec (de juin à octobre) est très défavorable au champignon.

Le parasite fut d'abord mis en évidence en Suisse, premier foyer d'infection. En 1931, il atteint le sud de l'Allemagne jusqu'à la ligne du Main ; de là, il gagne l'Autriche en 1933 ou 1934. Entre-temps, un nouveau foyer est apparu en Irlande en 1930. Il passe en Angleterre puis aux Pays-Bas et au Danemark en 1939. Il est ensuite signalé en Belgique, dans le nord de l'Allemagne et en France. Depuis lors, le parasite se manifeste dans ces contrées avec des fortunes variables, dans certains cas notamment dans le Würtemberg on considère que la culture du Douglas est définitivement compromise, ailleurs l'avenir est envisagé avec plus d'optimisme suite à l'observation de peuplements qui guérissent spontanément ou plutôt qui paraissent supporter la présence du parasite même en abondance sans inconvénients majeurs pour la vigueur du peuplement.

3. *Origine du parasite.*

Au sujet de l'origine de ce parasite, aucune certitude absolue ne peut être exprimée.

On a considéré d'abord qu'il s'agissait d'une forme mutante ou le résultat d'une hybridation entre certaines souches de *Adelopus balsamicola*. Se basant sur les différences de pathogénéité en Europe et dans l'Ouest américain de ce parasite, l'hypothèse d'une origine non américaine (probablement asiatique) a été émise. Une autre théorie considère que *Adelopus gaümanii* n'est pas une espèce, mais une forme virulente d'*Adelopus balsamicola* sur le Douglas. Enfin, Boyce [3] considère une origine ouest-américaine au parasite et explique son agressivité plus grande dans l'aire de culture du Douglas par la conception générale selon laquelle une essence exotique est plus exposée au parasitisme qu'une essence indigène.

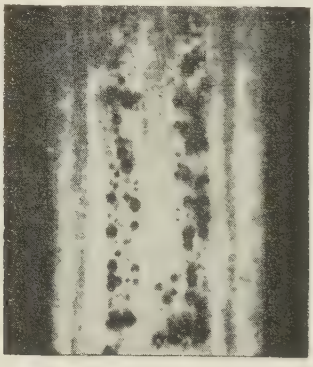


Fig. 3. — Périthèces d'*Adelopus* sur la face inférieure des aiguilles de Douglas. Grossi environ 25 fois. (D'après Steiner, 14).

4. *Symptômes.*

Les arbres attaqués par l'*Adelopus* présentent un feuillage léger provenant d'une chute importante d'aiguilles. Le parasite commence généralement son attaque par les aiguilles âgées, puis il passe sur les aiguilles plus jeunes. Au printemps suivant l'infection des aiguilles, une coloration jaunâtre apparaît d'abord sous forme de taches. Celles-ci sont rapidement confluentes et l'entièreté de l'aiguille jaunit. En été, sur la face inférieure de l'aiguille, apparaissent de petits points noirs dans les lignes stomatifères ; ce sont les périthèces (fig. 3). En cas de forte attaque, l'aspect des peuplements est beaucoup plus inquiétant que pour le *Rhabdocline*, car les aiguilles de tous les âges sont attaquées presque simultanément, ce qui aboutit à une défoliation assez brutale.

5. *Action du parasite sur l'essence.*

A priori, il paraît paradoxal de se demander, pour un parasite provoquant la chute des aiguilles, dans quelle mesure celui-ci nuit à l'arbre. L'origine de cette question est à rechercher dans le comportement très variable du parasite. En effet, aucune corrélation n'a pu être établie entre l'intensité de l'attaque, appréciée par le nombre de périthèces formés et de la décoloration, et la chute des aiguilles. On rencontre fréquemment des peuplements attaqués, où les périthèces sont abondants sur les aiguilles des arbres, sans qu'il y ait pour cela défoliation anormale. Cependant, on ignore si la photosynthèse peut encore se faire de manière satisfaisante sur des aiguilles fortement parasitées même si elles restent sur le rameau.

La cause de la chute des aiguilles est encore inconnue ; sa connaissance pourrait aider à comprendre la nature de l'attaque. Les aiguilles ne montrent pas de réactions défensives contre l'*Adelopus*. Après une infection d'un an, aucune nécrose n'est visible. D'ailleurs, une réaction hyperergique comme celle qui se produit contre le *Rhabdocline* est inefficace car l'*Adelopus* n'est pas un parasite obligatoire. Il vit également sur les aiguilles mortes et se cultive sur des solutions nutritives.

Le mycélium est à croissance très lente, mais sa respiration est très active. Lyr [10] a déterminé qu'à 20°C la respiration du champignon est de 6,5 fois supérieure à celle de l'aiguille de Douglas (*).

C'est pourquoi cet auteur pense qu'en dehors de la défoliation prématurée, le champignon peut affecter la croissance des arbres, soit par une consommation importante de matière due à sa respiration très active, soit par la production de substances toxiques troublant les facultés assimilatrices des cellules hôtes.

(*) L'intensité de la respiration pour le champignon et pour l'aiguille est exprimée en millimètres cubes de CO_2 produits par milligramme de substance sèche et par heure.

6. *Morphologie et biologie du parasite.*

L'infection se fait par spores au mois de mai et juin. Les hyphes germinatifs pénètrent par un stomate (*). Le mycélium qui se développe est de croissance très lente. Il est essentiellement intercellulaire et abondamment représenté dans le mésophylle et le parenchyme palissadique [14]. En hiver, apparaissent les rudiments de périthèces. Ils mûrissent dès le printemps.

Les périthèces sont plus ou moins sphériques, de diamètre inférieur à 0,1 mm. Ils sont munis d'un court pied qui s'enfonce dans le stomate entre les cellules de garde. Il n'y a qu'un périthèce par stomate. Le périthèce contient de dix à quinze asques de forme ovoïde comportant chacun huit ascospores hyalines de forme elliptique, bicellulaires, légèrement étranglées par le milieu. Dans la spore, la cellule supérieure est plus élargie que l'autre. Il n'y a pas de paraphyses.

7. *Sensibilité des différentes races de Douglas.*

Les trois variétés de Douglas sont attaquées par le parasite. Il ne semble pas qu'il y ait des variations de la sensibilité au parasite selon les origines. L'étude entreprise sur les différentes origines de Douglas montre que presque toutes les origines essayées sont atteintes [9].

Boyce [4] estime que la résistance individuelle est plus importante que la variation raciale.

8. *Influence des facteurs du milieu.*

Il est généralement reconnu que les peuplements serrés, avec atmosphère humide et faible circulation d'air, sont plus susceptibles d'être infectés [10] [6]. De nombreux auteurs, Lyr [10], Boyce [4],... doutent d'une influence de la pluviosité sur le développement du parasite. *Adelopus* est plus dangereux dans le Wurtemberg qu'en Bavière où le climat est plus sec, mais en Angleterre, où la pluviosité est encore plus considérable, le parasite n'est pas très virulent.

Durrieu [7] estime qu'il y a lieu de considérer la pluviosité en même temps que la température pour apprécier l'action du climat sur le parasite. En effet, à 13°C, 7, p. c. seulement des spores viables d'*Adelopus* germent. La croissance du mycélium ne se manifeste qu'à partir de cette même température. A 15°C la respiration du parasite est encore faible. Il existe donc un seuil thermique en dessous duquel le champignon est inoffensif. Ce seuil thermique est difficile à déterminer, étant donné que s'il s'applique à un milieu naturel, il doit être représenté par une température moyenne. Durrieu indique une température moyenne *mensuelle* d'environ 15°C, comme étant celle où les spores peuvent arriver à maturité.

(*) Lyr a montré qu'un fragment de mycélium vivant pourrait également provoquer l'infection.

Pour introduire le facteur limitant sécheresse, Durrieu utilise la notion de mois sec au sens de Gaussen. Un mois est dit sec lorsque $p < 2t$, p étant la précipitation totale en mm et t la température en degrés centigrades. En construisant les graphiques ombrothermiques de différentes régions où le Douglas existe soit à l'état naturel, soit à la suite d'une introduction (fig. 4), il constate qu'à Victoria où le parasite passe inaperçu, la période estivale est sèche alors qu'à New Haven et à Zurich, où la pluviosité est importante à ce moment, l'extension du parasite est considérable. Pour Bella Coola où un minimum dans les précipitations est observé en été, celles-ci restent malgré tout assez élevées ; aussi y constate-t-on certaines années des poussées importantes d'*Adelopus*.

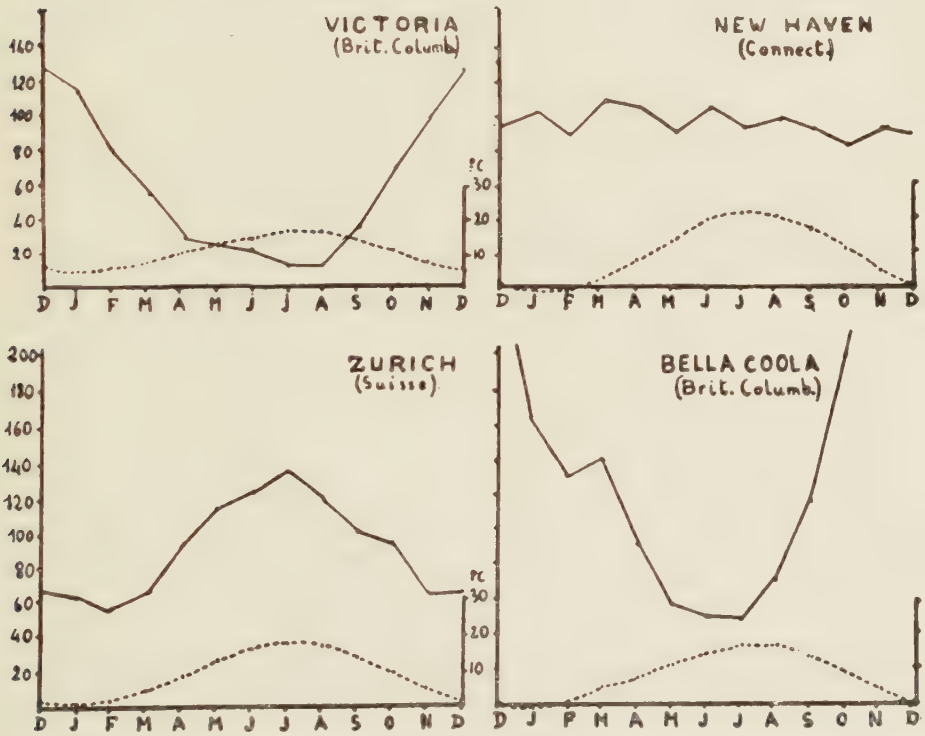


Fig. 4. — Diagrammes ombrothermiques. (D'après Durrieu, 7).

De la considération des courbes ombrothermiques pour la Basse, la Moyenne et la Haute Belgique (fig. 5), il faut conclure que dans les trois régions, le parasite peut se développer. Mais de façon générale, la température estivale est moins élevée qu'à Zurich et New Haven. D'autre part, à l'exception de la Haute Belgique, la pluviosité estivale est plus faible. Dès lors, on peut penser

que la gravité d'une infection par *Adelopus* n'est pas aussi lourde que dans des régions à climat plus continental.

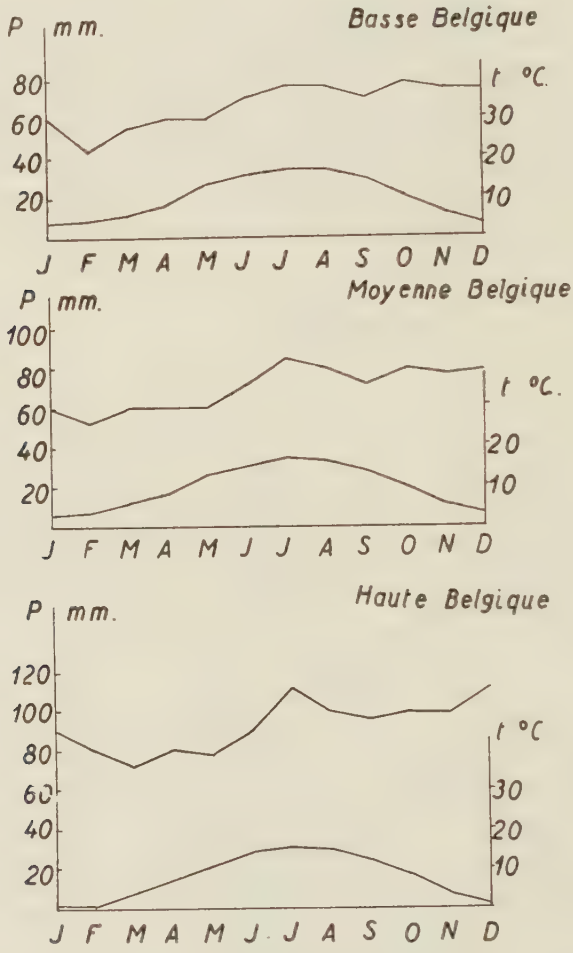


Fig. 5. — Diagrammes ombrothermiques.

9. *Moyens de lutte.*

La pratique sanitaire classique de sylviculture, le mélange des essences, n'est d'aucun effet pour protéger le Douglas des attaques d'*Adelopus*.

La maladie est aussi bien représentée dans les peuplements mélangés que dans les peuplements purs. Le mélange est toutefois à conseiller comme mesure de prudence. En effet, si une attaque massive d'*Adelopus* élimine le Douglas, les autres essences du mélange permettent de garder au sol son couvert fores-

tier. L'attaque par *Adelopus* se fait dans la jeunesse ; on considère les peuplements de plus de 55 ans, comme sauvés même si leurs aiguilles montrent des périthèces. C'est un fait dont il faut tenir compte dans l'assainissement d'un peuplement par délivrance des individus malades.

L'existence d'une résistance individuelle marquée ouvre une nouvelle voie à la lutte contre le parasite. On peut simplement favoriser la culture à partir de semences récoltées sur les arbres résistants, ou bien faire un réel travail de génétique forestière pour obtenir des types résistants par fécondation contrôlée.

Dans les deux cas, on suppose le caractère héréditaire de la résistance. Ce point a été démontré par les premières expériences faites dans ce domaine (Liese, 1939). Depuis lors, un dispositif de recherches génétiques a été établi par Schlenker en Allemagne, mais à notre connaissance les résultats ne sont pas encore publiés. En tout cas, dans les régions où le Douglas est sévèrement menacé par *Adelopus*, les forestiers attendent beaucoup de ces travaux.

10. *Situation en Belgique.*

Les données sur la situation en Belgique ne sont que fragmentaires. En se référant au travail de fin d'études de Caussin [6], il apparaît qu'en Basse Belgique la maladie ne se rencontre qu'occasionnellement dans les peuplements. La situation est à peu près identique en Moyenne Belgique. En Haute Belgique, les peuplements subissent l'action de l'*Adelopus* de manière plus intense. Cette observation vient étayer la conception de Durrieu à propos de l'action du climat sur le parasite. En effet, le graphique de la figure 5 montre que les précipitations estivales sont les plus importantes en Haute Belgique.

Conclusions.

1. L'existence de la culture du Douglas en dehors de son aire naturelle a également été suivie d'une extension de certains de ses parasites naturels. Ce sont les maladies cryptogamiques les moins dangereuses dans l'aire naturelle de l'essence qui jusqu'à présent se sont montrées les plus dangereuses dans les régions où il a été introduit par la culture.

2. Aux parasites de son aire naturelle est venu s'ajouter, en Europe, le *Phomopsis pseudotsugae* pour qui le Douglas constitue une nouvelle victime.

3. Le *Rhabdocline* et l'*Adelopus* sont les champignons les plus dangereux pour le Douglas. En Belgique, où la culture du Douglas vert a été reconnue comme la plus intéressante, le *Rhabdocline* n'a qu'une importance secondaire, il n'en est pas de même dans les pays où en raison d'un climat plus rigoureux (grands froids hivernaux), il est nécessaire de recourir à la culture du Douglas du type *caesia*. L'*Adelopus* a entraîné l'élimination du Douglas dans certaines régions à climat continental (fortes précipitations estivales). Ailleurs, et notamment en Belgique, le parasite peut produire des infections occasionnelles au cours des étés « pourris ». Il ne semble pas cependant qu'il puisse y compromettre gravement l'avenir du Douglas.

4. La lutte contre ces deux parasites importants est surtout de nature préventive : choix d'une origine résistante au *Rhabdocline*, multiplication des individus résistants à l'*Adelopus*.

Alors qu'on aurait pu craindre que les maladies du Douglas allaient le bannir des forêts européennes, l'avenir de cette belle essence est envisagé avec plus d'optimisme.

BIBLIOGRAPHIE

1. M. Boudru. — *L'état sanitaire, en Belgique, du Sapin de Douglas (Pseudotsugae taxifolia* Britt.). Extrait de Parasitica 1946, tome II, n° 4.
2. M. Boudru. — *La maladie du Sapin de Douglas et d'autres conifères, causée par Phomopsis pseudotsugae* Wilson. Extrait du Bull. de la Soc. Centr. forest. de Belgique, 55e année, juin 1948, pp. 193-201.
3. J. S. Boyce. — *A needle-cast of Douglas Fir associated with Adelopus gaümanni.* Extrait de Phytopathology, August 1940, vol. XXX, n°8, pp .649-659.
4. J. S. Boyce. — *Notes on tree Diseases in Western Europe*, 1950. Rapport dactyl. Yale University and Division of forest Pathology — NewHaven, Connecticut.
5. J. S. Boyce et J. W. Bruce Wagg. — *Conk Rot of Old — growth Douglas fir in western Oregon.*, Oregon forest products laboratory. Oregon state Forestry Department., Bulletin 4, June 1953.
6. R. Caussin. — *Le Douglas et la « rouille suisse » — Situation en Belgique — Trav. de fin d'études*, 1951. Chaire d'économie forestière. Instit. agron. Gembloux.
7. G. Durrieu. — *Influence du climat sur la biologie de Phaeocryptopus gaümanni* (Rhode) Petrak, *parasite du Pseudotsuga*. CR. Acad. des Sc., Tome 224, n° 16 (15 avril 1957). Paris, pp. 2183-2185.
8. W. Flohr et O. Dittmar. — *Die bisherige Ergebnisse der Douglasien.* Provenienzversuche in den Lehrrevieren der Forstwirtschaftlichen Fakultät Eberswalde. Archiv. für Forstwesen, 3 Band, 1954, Heft 5/6.
9. A. Galoux. — *Le Sapin de Douglas et la Phytogéographie.* Station de Recherches de Groenendael. 1956.
10. H. Lyr. — *Untersuchungen zur Pathologie der Douglasie.* Archiv für Forstwesen, 4, Band, 1955, Heft 5/6.
11. H. Meyer. — *Die Verbreitung der Douglasienschütten.* Forstarchiv, 22 Jahrgang, 1 Februar 1951. Heft 1/2, pp. 5-11.
12. A. Plasman. — *Note sur la découverte en Belgique de Phomopsis pseudotsugae* Wilson *sur Pseudotsuga taxifolia* (Lam) Britt. Extrait de Parasitica, 1953. T. IX, n° 1, p. 1 à 5.
13. H. Robak. — *Phomopsis pseudotsugae* Wilson — *Discula pinicola* (Naumov) Petr. *as a saprophyte on coniferous woods.* Extr. de Sydowia annales Mycologici, Ser II, vol. VI, Heft 5-6, Dez. 1952 (Austria).
14. H. Steiner. — *Adelopus balsamicola* (Peck) Theiss, *f. Douglasii als Erreger einer Schütteerkrankung der Douglastanne.* Zeitscrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz, 47, Band 1937, pp. 165-186.
15. R. Vanderwalle. — *Note au sujet de quelques affections nouvellement constatées en Belgique.* Extr. de Parasitica, 1945, t. I, n° 1, p. 7 à 10.

Les conditions de l'agriculture

par

G. Delvaux,
Ingénieur Agronome Gx.

Nous n'avons pas eu l'intention en établissant la présente esquisse de faire des révélations étonnantes, mais plutôt de faire le point et de synthétiser le mieux possible ce que nous pourrions appeler les conditions générales de l'agriculture ou encore les grandes constantes de l'activité agricole. Les conditions économiques de la production agricole sont non seulement trop peu connues de la plupart, mais elles sont de plus trop peu souvent mises en évidence. Ceci a malheureusement pour effet de conduire tous ceux qui sont occupés dans des activités professionnelles non agricoles à des interprétations fausses de la situation de l'agriculture et faire des agriculteurs en général des incompris.

Les conditions dans lesquelles travaille l'agriculteur constituent dans leur ensemble une série de handicaps que je m'efforcerai de définir. Ne vous attendez pas à ce que nous préconisions chaque fois des solutions bien étayées à toutes les difficultés que le cultivateur rencontre sur un plan général. Nous nous bornerons forcément à évoquer des remèdes possibles sans trop approfondir le sujet, dans le but de rester dans les limites qu'une concision raisonnable nous impose. Dans certains cas, nous n'aurons pas l'occasion d'établir des solutions ou des remèdes car, à ce moment, nous appliquerons plutôt le procédé du théâtre de Pirandello, où le spectateur est dans la plupart des cas placé devant une alternative, devant des problèmes humains, sans que ce soit l'évolution de la pièce de théâtre elle-même qui lui fournit la clé du problème posé. A l'instant où retombe le rideau du dernier acte il reste en fait beaucoup d'énigmes et de difficultés à résoudre.

Avant d'entrer dans le vif du sujet, nous voudrions faire appel à l'imagination de chacun en lui demandant de penser à un tableau, qui a été brossé à la fin du siècle dernier par cet illuminé de la peinture impressionniste, le peintre V. Van Gogh. Ce tableau est de facture très sombre, puisque ce sont surtout les bruns et les noirs qui y dominent. Nous y voyons une famille de paysans aux mines hâves et quelque peu hébétées, attablée pour le repas du soir devant d'énormes plats de pommes de terre. Une lampe au pétrole suspendue au-dessus du groupe de personnages jette sur les visages et l'ensemble de la scène, une lueur blafarde, que Van Gogh a rendue avec beaucoup de réalisme. Nous sommes ici parvenus à une époque où le cultivateur produit déjà d'énormes quantités de vivres pour les agglomérations naissantes et les centres industriels en plein développement, mais où il est encore obligé de céder ses produits à un

prix tellement bas, qu'il ne peut que très rarement se permettre de consommer la viande, les œufs, le beurre, le froment provenant de sa propre exploitation.

Il doit faire son ordinaire de mets plus frugaux et son sort n'est à ce moment pas plus enviable que celui de l'ouvrier industriel de l'époque. Avant la révolution industrielle du siècle dernier, nous ne trouvons que peu d'ouvrages qui soient vraiment consacrés à l'agriculture. Au cours des temps, peu d'écrivains ont accordé un véritable intérêt aux hommes de la terre et à leurs activités. Les ouvrages généraux d'histoire et les annales du temps passé relatent volontiers les famines et les disettes, dont les populations ont eu à souffrir, mais leur analyse va rarement au-delà de ces considérations. Si les peintres primitifs nous montrent de temps à autre de belles scènes de campagne à l'arrière plan de leurs tableaux dans les tons bleu-vert que nous connaissons tous, j'estime qu'il s'agit bien plus de placer une scène mystique dans un cadre terrestre, que d'accorder une attention plus spéciale à ceux qui creusent le limon. Nous ne voulons pas nous étendre ici sur les exceptions constituées par les Breughels et leurs adeptes, par des animaliers comme Potter ou par certaines imageries de l'époque bourguignonne, mais nous voudrions déclarer immédiatement que c'est précisément depuis l'emploi des engrais chimiques, l'utilisation d'outils et de machines perfectionnées et l'exploitation intensive des sols allant de pair avec le grand accroissement de la population mondiale que l'agriculture a commencé à prendre l'importance que la plupart veulent bien lui reconnaître aujourd'hui. L'homme de la rue, qu'il s'agisse de l'artisan, de l'ouvrier ou du commerçant, a-t-il vraiment pris conscience du rôle économique joué par l'agriculteur et du caractère ingrat de sa profession. Nous ne le pensons pas, puisqu'il a fallu l'incidence d'une série de mauvaises récoltes et une succession de disettes d'une part, les répercussions cruelles des guerres de 1870, de 1919 et de 1940 d'autre part, pour que le citadin acquiert finalement une idée plus nette et plus juste du travail déployé par l'agriculteur. Encore faut-il ajouter à cela que dans la plupart des pays évolués d'aujourd'hui, le coût de la distribution des denrées devient de plus en plus lourd et que cette évolution se poursuivra au fur et à mesure que le consommateur devient plus exigeant quant à la présentation et au conditionnement des produits.

C'est ainsi que la part que l'agriculteur touche dans le prix de détail d'une denrée devient de plus en plus restreinte, puisque les charges de la distribution deviennent progressivement plus fortes. Malheureusement, dans l'esprit du consommateur, le fardeau de la vie chère est très souvent imputé au seul cultivateur, à l'éleveur ou à l'horticulteur. N'ayant pas une idée bien précise de la structure des prix, ni du circuit commercial d'une denrée, la ménagère ne s'arrête pas à ces considérations, mais pense immédiatement à l'origine de la viande, des légumes ou des fruits qu'elle acquiert. Pourtant, le chemin de la campagne à la ville est souvent long et bien peu y songent. Encore faut-il ajouter à cela les effets de la psychologie moderne, qui porte la plupart des travailleurs, quels qu'ils soient, à réduire au minimum les dépenses alimentaires, pour consacrer la partie ainsi épargnée à des loisirs ou à des acquisitions,

qui correspondent au snobisme du jour. Ici l'homme des champs subit son premier handicap que nous pourrions qualifier d'handicap psychologique.

Ceci étant dit, nous voudrions maintenant mettre l'accent sur cette obligation inéluctable où se trouve le cultivateur de poursuivre ses activités, quelles que soient les conditions de marché qu'il doive surmonter. L'entretien des cultures, l'enlèvement des récoltes et surtout l'alimentation du cheptel constituent autant de tâches auxquelles l'agriculteur ne peut échapper. L'ouvrier industriel qui n'est pas content du sort matériel qui lui est réservé, peut recourir à la grève partielle ou totale en un minimum de temps. Par surcroît, de puissantes organisations syndicales sont là pour appuyer et défendre ses revendications. L'agriculteur vit replié sur lui-même. Il est individualiste de nature et d'un tempérament méfiant ; il n'a qu'une confiance mitigée dans ses propres organisations professionnelles. Par moment, le cultivateur peut s'adonner à des manifestations de masse, soit qu'il forme des cortèges revendicatifs, soit qu'il barre les routes à la manière des viticulteurs français, soit encore qu'il déverse des tomates ou des choux-fleurs devant les bâtiments ministériels. En réalité, tous ces déploiements n'influencent que bien rarement l'opinion. A cette impossibilité pour les agriculteurs d'imposer un tant soit peu leurs vues grâce à un débrayage de leurs activités, il faut ajouter l'incidence du phénomène de la diminution numérique des agriculteurs dans le monde. S'il est vrai que la population agricole de certains pays sous-développés peut encore atteindre des pourcentages allant de 60 à 80% de la population totale, ce même pourcentage tombe beaucoup plus bas dans les pays évolués, même chez ceux qui sont considérés comme pays agricoles. Citons les chiffres suivants : France : 27% — Pays-Bas : 19% — Italie : 40% — Belgique : 8%. Pendant la période 1926-1940, ces chiffres étaient respectivement : France : 36% — Pays-Bas : 21% — Italie : 48% — Belgique : 12%. Comme la puissance politique d'une classe déterminée est, dans les démocraties parlementaires, en rapport direct avec son importance numérique (il y a évidemment d'autres facteurs qui peuvent jouer), l'influence des cultivateurs dans les assemblées politiques — qui ne sont déjà que trop rarement au fait des questions rurales — a tendance à diminuer progressivement.

Qu'observons-nous en Europe et même en Amérique à l'heure actuelle ? C'est qu'un nombre de plus en plus restreint d'agriculteurs produit un volume de plus en plus imposant de denrées alimentaires.

Pensez-vous vraiment que l'homme politique continuera à accorder un intérêt suffisant aux travailleurs de la terre, alors que leur nombre s'amenuise progressivement ? Ne faudra-t-il pas à nouveau des pénuries d'aliments extraordinaires pour attirer l'attention des hommes sur la classe agricole, dont le labeur n'est pas apprécié à sa juste valeur ?

Faut-il ajouter à cela que l'influence politique des masses rurales dans les pays sous-développés se réduit souvent à peu de chose ?

Il reste donc vrai en général que la diminution du nombre d'agriculteurs joue politiquement en leur défaveur.

Ainsi, nous en sommes arrivé à définir le deuxième handicap de l'agriculteur : nous l'appellerons l'handicap social, qui résulte d'une part de l'impossibilité de faire économiquement pression sur l'autorité politique par un arrêt des activités et d'autre part de la diminution progressive du nombre d'agriculteurs dans l'ensemble des populations.

Nous en arrivons maintenant à une autre notion : celle de la productivité, c'est-à-dire le rendement ramené à l'unité de production (matière, travail, capital).

La plupart des économistes modernes subdivisent les activités humaines en activités primaires (agriculture, sylviculture et pêche), activités secondaires (industrie) et activités tertiaires (commerce, administration et professions libérales).

A chaque groupe d'activités correspond donc un secteur économique bien différencié.

Or, nous constatons — c'est une constatation que chacun doit admettre — que le progrès et l'évolution technique moderne produisent un déplacement de population du secteur primaire vers le secteur secondaire et des secteurs primaires et secondaires vers le secteur tertiaire. L'industrie prend donc un développement très important et puise de nombreux travailleurs dans les campagnes. Mais cette prolifération de la main-d'œuvre industrielle est limitée par la rationalisation et l'automatisation même de l'activité industrielle.

C'est ainsi qu'un dernier glissement de population se produit vers les activités commerciales, les professions libérales et l'administration.

Ainsi, le travail agricole qui absorbait encore 75% à 85% des populations avant 1800 n'en absorbe plus que 15 à 25% dans les pays évolués. Toutes ces migrations de population du secteur primaire au secteur secondaire et des secteurs primaires et secondaires au secteur tertiaire peuvent être expliquées assez aisément. Cependant l'explication fournie diffère quelque peu d'un économiste à l'autre. Fourastié voit principalement la raison de ces glissements de population dans une économie progressive du travail servile. C'est sans doute exact, puisque même au sein des secteurs primaires et secondaires existe une tendance à amoindrir ce travail servile par la mécanisation des activités. Mais ceci me paraît plutôt une constatation qu'une justification suffisante du phénomène. L'explication avancée par Colin Clark nous paraît plus synthétique, mais aussi plus pertinente. Celui-ci voit la cause des tendances précitées dans le fait que l'homme est attiré vers les professions secondaires et tertiaires par une plus grande productivité. Il est, en effet, normal que l'homme se dirige de plus en plus vers des activités, qui tout en exigeant un labeur moins rude et plus régulier, sont par surcroît plus rémunératrices. D'après le même Colin Clark, le revenu réel produit annuellement par tête de travailleur aux États-Unis vers 1937 (à cette époque les U.S.A. avaient déjà atteint la productivité économique actuelle de l'Europe) était de 700 $ dans l'agriculture, de 1.850 $ dans l'industrie et de 2.760 $ pour les professions du secteur tertiaire (commerce, etc.). Afin d'illustrer quelque peu le phénomène de glisse-

ment des trois catégories de population dont nous venons de parler, citons également le fait qu'en 1820, la population des U.S.A. était occupée à concurrence de 72,8% dans le secteur primaire, de 12% dans le secteur secondaire et de 15,2% dans le secteur tertiaire.

En 1920, soit cent ans plus tard, ces chiffres deviennent respectivement 26,7 %, 33,2 % et 40,1 %. En 1950, ces mêmes données sont devenues 14 %, 31 % et 55 %. Quant aux prévisions pour 1960, celles-ci sont notamment 12 %, 28 % et 60 %.

Ces chiffres démontrent d'une façon particulièrement frappante la diminution de l'importance numérique relative des agriculteurs, dont il vient d'être question.

L'agriculture souffre donc d'un handicap de productivité. Si le progrès technique libère l'homme du travail physique traditionnel (nous devons nous en réjouir), la moindre productivité du secteur primaire provoque inévitablement une désaffection progressive de l'homme dans cette branche particulière de l'économie.

Fourastié estime quant à lui que cette évolution se poursuivra jusqu'à une relative égalisation des revenus par tête entre les trois types d'activité. Il est même vraisemblable, d'après cet auteur, que l'équilibre ne sera atteint qu'au prix d'une certaine supériorité des revenus secondaires et primaires à l'encontre des tertiaires, supériorité nécessaire pour surmonter la désaffection d'un peuple de plus en plus cultivé pour les travaux physiques.

Sans doute Fourastié aura-t-il raison à plus ou moins bref délai, mais nous estimons qu'à moins d'une nouvelle diminution très rapide du nombre de cultivateurs — ce dont nous pourrions discuter, car il y a malgré tout des paliers dans cette diminution — l'échéance de l'équilibre entre les revenus par tête dans les trois secteurs qui nous occupent se situe dans un avenir assez lointain.

En effet, l'homme peut très bien accepter psychologiquement et dans une certaine mesure un moindre revenu par rapport à celui des autres branches de l'économie, lorsqu'il pense trouver une compensation suffisante dans le genre de vie qu'il mène : existence au grand air, indépendance relative, etc.

D'autre part, il s'écoulera encore un certain temps avant que le consommateur ne veuille admettre que le travail agricole en général mérite une meilleure considération et une rémunération plus large. Un dernier facteur qui retarde l'équilibre des revenus réside dans le fait que les populations rurales sont généralement plus fécondes que les populations urbaines. Pour nous résumer, disons donc que l'agriculture soumise aux lois biologiques (élaboration de la matière organique à travers la plante et l'animal), aux cycles des saisons et à l'effet imprévisible des conditions climatiques — ce sont là les causes essentielles de sa moindre capacité productive — souffre d'un handicap naturel et inévitable de moindre productivité (critères : capital et travail).

Mais la série des désavantages subis par l'agriculture n'est pas terminée. Penchons-nous un petit instant sur les conditions économiques de la produc-

tion agricole. La loi de King nous est d'abord très familière : une production agricole surabondante provoque l'avilissement des prix, ce qui entraîne pour le cultivateur la conséquence assez paradoxale qu'une mauvaise récolte peut lui rapporter un revenu global plus important qu'une bonne récolte vendue à vil prix par suite de l'abondance des denrées.

C'est bien cela qui se produit sur le marché mondial depuis quelques années. Les stocks s'accumulent, les prix se détériorent, mais le cultivateur poursuivant son effort sur le plan technique et étant obligé de le faire pour ne pas péricliter, continue à développer sa productivité. Cependant le surcroît ainsi produit ne parvient même pas à compenser la diminution des recettes à l'unité vendue. En dépit de tout cela, tous les auteurs, depuis la Conférence de Hot Springs, continuent à proclamer que plus de la moitié de la population du globe ne mange pas quantitativement à sa faim. Il suffit de se référer à ce propos à l'excellent ouvrage de Josué de Castro, intitulé « Géopolitique de la faim ». Nous connaissons tous ces vastes zones du globe qui endurent une continuelle sous-alimentation : Indes, Chine, Espagne, Yougoslavie, Italie du Sud, Roumanie, Grèce, Afrique du Nord, etc. etc. Et sans doute faudrait-il pour nourrir presque correctement la population vivant aujourd'hui dans le monde plus que doubler la production agricole actuelle. N'est-ce pas là une simple vue de l'esprit, compte tenu du marasme économique actuel dans le secteur alimentaire ?

Le libéralisme classique ne peut évidemment constituer un remède satisfaisant à l'atténuation de la misère matérielle d'une grande partie de la population mondiale, puisque ce même libéralisme ne vise que la satisfaction des besoins solvables. Et le drame provient sans aucun doute de cette immense demande alimentaire qui n'est couverte par aucun pouvoir d'achat. Le problème est donc à la fois social et économique. Seulement les pays évolués ne seront vraisemblablement pas disposés à mettre gracieusement des denrées alimentaires à la disposition des pays sous-développés (cela se fait déjà sur une petite échelle), si ces derniers pays refusent de suivre des directives ou des conseils pour ce qui concerne leur organisation sociale, la mise en œuvre de la limitation des naissances, le développement de l'hygiène, etc. Bien au contraire l'éclosion au sein de ces pays neufs d'un nationalisme exacerbé et d'une politique visant à décourager les investissements étrangers et à approprier les industries établies par les pays évolués crée un climat qui compromet gravement le jeu de la solidarité internationale. L'échec subi par Tchang Kaï Chek prouve par ailleurs qu'un appui extérieur ne suffit pas au développement d'une économie, s'il n'est pas accompagné d'une participation enthousiaste de l'ensemble de la population qui est secourue.

L'assistance alimentaire aux pays mal nourris devrait être réglée sur une grande échelle soit sur un plan international (F. A. O.) soit sur un plan bilatéral, mais devrait impliquer l'acceptation de conseillers sociaux et économiques de la part des pays aidés, sans que ceux-ci aient pour autant à souffrir d'une in-

trusion politique. L'adjonction d'un observateur de statut international suffirait pour éviter ce dernier inconvénient.

Alfred Sauvy estime quant à lui que l'insuffisance des investissements dans les pays sous-développés risque de tourner à la catastrophe, si la guerre froide se prolonge à l'échelon international. En conclusion l'agriculteur, dans les pays sous-développés, souffre à la fois d'une assistance technique insuffisante et de conditions de vie tout à fait précaires. Dans les pays évolués, le cultivateur est soumis plus que jamais à la loi de la faible élasticité de la demande en produits alimentaires et subit de jour en jour l'effet de plus en plus funeste de l'augmentation de sa production vis à vis du déséquilibre économique mondial, puisqu'aucune solution n'a été apportée jusqu'ici à la couverture des immenses besoins alimentaires des pays déshérités. A la dégradation générale des prix de la production agricole, il faut encore parfois ajouter les effets de la politique suivie traditionnellement par certains pays industriels, qui font de l'alimentation à bon marché une règle absolue de leur politique générale. L'ensemble des phénomènes auxquels nous venons de faire allusion pourraient être qualifiés par l'expression « handicap économique » de l'agriculture. René Dumont, professeur à l'Institut National Agronomique de Paris, déclare dans son ouvrage intitulé « L'Économie Agricole dans le Monde » que l'agriculture belge est souvent intensive, mais que ses hauts rendements à l'hectare se paient souvent trop cher en heures de travail. L'existence de trop petites exploitations constituerait d'après cet auteur la raison essentielle de la faiblesse de l'agriculture belge. Le morcellement des parcelles elles-mêmes ne fait d'ailleurs que rendre encore plus difficile la situation des petites fermes. Nous sommes les premiers à reconnaître que ce sont les petites exploitations qui ont le rendement brut le plus élevé à l'hectare. Mais cela ne s'obtient qu'au prix de très bas salaires pour les aidants familiaux et pour l'exploitant lui-même. Ces petits cultivateurs ne pourront d'ailleurs continuer à supporter d'être moins bien rémunérés que l'ouvrier industriel ou l'ouvrier agricole de la moyenne ou de la grande exploitation agricole. Est-il par ailleurs normal de prolonger et d'admettre indéfiniment le sous-emploi de la main-d'œuvre dans la petite ferme.

Dans les conditions actuelles de la technique moderne et compte tenu d'autre part de la fertilité d'un sol déterminé, des disponibilités en main-d'œuvre et du niveau normal des salaires, il existe sans doute des dimensions idéales pour une exploitation agricole. Mais la réalité est tout autre. La nécessité impérieuse d'appliquer le remembrement des terres et d'empêcher le morcellement foncier ne se fait pas sentir uniquement en Belgique. Le remembrement a déjà été réalisé aux Pays-Bas, en France, en Allemagne et sa mise en œuvre serait particulièrement indiquée dans la zone des Alpes, dans toutes les plaines littorales de la Méditerranée, en Inde, dans tous les deltas de l'Extrême Orient, dans le Nord Cameroun, etc. Dans la plupart des cas, c'est évidemment une forte pression démographique qui est à l'origine du phénomène du morcellement rural. Dans d'autres cas, c'est l'attirance exercée sur l'homme par des zones extraordinairement fertiles.

En fait, ce n'est malheureusement pas la seule petite exploitation qui crée un problème de structure. C'est aussi la trop grande exploitation gérée sur une base trop extensive.

L'existence des grands domaines ou latifundia entraîne une insuffisance foncière dans l'exploitation rationnelle du sol et prive par ailleurs toute une population potentiellement active d'une possibilité de travail et de subsistance. La situation du sud de l'Italie nous donne un exemple particulièrement frappant de ce phénomène. Une densité élevée de population a profondément marqué le sol de l'Italie. Plus de 48 millions d'habitants sur 300.000 km² croissent à la cadence d'environ 400.000 par an. Cette servitude domine de très loin toute l'agriculture italienne. Dans le sud de la péninsule, les latifundia couvraient 80 % de la superficie agricole. La réforme agraire, amorcée sous l'impulsion du ministre Segni, a permis de passer ces derniers temps au partage des grands domaines parmi les familles agricoles (avec indemnisation des propriétaires). La situation s'est donc nettement améliorée, bien que tous les problèmes ne soient pas résolus (notamment les améliorations foncières, le placement des enfants, etc.).

En Europe Centrale, le partage des grands domaines a été réalisé par l'expulsion pure et simple des anciens propriétaires. Le problème des grandes propriétés se retrouve également en Espagne, en Afrique du Nord, dans le Sud-Est asiatique, en Amérique du Sud, etc.

Que l'exploitation agricole soit finalement trop grande ou trop petite, nous nous trouvons en réalité devant ce que nous pourrions appeler l'handicap structurel de l'agriculture.

Que dire, par ailleurs, du niveau d'instruction des cultivateurs et de leurs enfants ? Il faut reconnaître que les cultivateurs n'ont généralement pas eu l'occasion de poursuivre des études très poussées. Ils ont immédiatement été absorbés par le travail de la ferme et même les enfants des cultivateurs d'aujourd'hui ne fréquentent probablement pas l'école avec la régularité souhaitable. Par ailleurs, les enfants des milieux ruraux ne sont-ils pas placés dans de moins bonnes conditions que les jeunes citadins, qui ou bien vivent déjà dans un milieu intellectuel ou bien disposent de nombreuses facilités pour parfaire leur formation : cours du soir, conférences, théâtre, cinéma, etc. A quoi l'aristocrate français des 17 et 18e siècles doit-il sa supériorité intellectuelle, si ce n'est à son éducation propre et à celle de ses deux ou trois ascendants directs ? Or, l'instruction est bien le vecteur essentiel du progrès technique. Les vulgarisateurs agricoles ne se heurtent-ils pas dans leur action à l'insuffisance de formation des masses rurales ? Sans doute. C'est la raison pour laquelle l'éducation de base doit être développée. Il n'est évidemment pas question de transformer chaque enfant en agrégé en philosophie ou en spécialiste nucléaire. Le but de l'enseignement n'est pas d'accumuler et de mémoriser des données, mais bien de développer sa pensée propre. Bref,

nous appellerons finalement cette insuffisance de formation du cultivateur, dont il n'est d'ailleurs que rarement responsable, l'handicap culturel de l'agriculteur.

Avant de terminer cette série noire de désavantages inhérents à la nature même de l'activité agricole, je ne voudrais plus attirer votre attention que sur un dernier handicap : celui de l'immobilisme relatif de la production agricole ou si l'on veut celui qui découle de l'ampleur du cycle des différentes productions animales et végétales. En effet, nous constatons que les marchés nationaux se trouvent tous et dans une certaine mesure sous l'influence des fluctuations du marché mondial des denrées alimentaires. Ces fluctuations peuvent être très importantes au cours d'une même année, puisque le marché mondial se trouve lui-même sous l'influence successive des récoltes et des productions animales de l'hémisphère Nord, de l'hémisphère Sud et des régions tropicales. Dans ces conditions, le cultivateur peut très bien développer à un moment donné soit l'une ou l'autre culture, soit l'un ou l'autre élevage parce que les conditions du marché l'y incitent à l'époque des semailles ou lorsque les femelles d'élevage sont fécondées. Malheureusement, à l'échéance, c'est-à-dire lorsque les récoltes seront rentrées et les jeunes animaux parvenus à leur maturité d'abattage, les conditions du marché peuvent être complètement dégradées, sous l'influence de l'un ou l'autre facteur. Le cultivateur a donc dû assister, impuissant, à cette dégradation des prix, pendant la période de croissance de ses récoltes ou de ses animaux, sans qu'il ait eu la moindre possibilité de modifier sa production et de l'orienter vers d'autres spéculations. Il est prisonnier du cycle saisonnier des cultures et de l'élevage et l'adaptation de ses emblavements ou de ses spéculations animales ne pourra s'effectuer qu'à terme échu, c'est-à-dire souvent trop tardivement. Ce manque de souplesse qui découle de la nature même de la production agricole, nous pourrions l'appeler « handicap d'adaptation ».

Mais nous désirons en finir avec cette description apparemment aussi pessimiste des conditions de l'agriculture. Nous rappelons brièvement les différents handicaps dont l'agriculteur doit pâtir et dont il a été question ci-dessus : handicap psychologique, handicap social, handicap de productivité, handicap économique, handicap structurel, handicap culturel et handicap d'adaptation. Nous aurions même pu ajouter handicap financier, puisque la moindre productivité agricole est telle que les disponibilités en capitaux restent souvent insuffisantes pour moderniser cette branche de l'économie. Même dans les pays ou pendant les époques où les capitaux sont abondants, l'agriculture peut encore manquer de disponibilités financières, puisque les investissements se font toujours, par préférence, dans les secteurs économiques à haut rendement, c'est-à-dire dans les secteurs non agricoles.

Nous aurions pu parler d'autres désagréments subis par l'agriculture : perte de terres fertiles par suite de l'urbanisation, difficulté d'exploiter rationnellement les terres tropicales, obstacles à la récupération des terres érodées, dé-

gradées ou désséchées, etc., mais il est évidemment préférable de s'en tenir à l'essentiel. Pour être tout à fait objectif, il faudrait maintenant citer tous les avantages de la condition agricole. Nous devrions vous dire que le cultivateur mène une vie indépendante, qu'il règle son travail comme il l'entend, qu'il vit en plein air, que ses enfants jouissent d'une nourriture saine et d'un milieu idéal pour se développer harmonieusement. Peut être conviendrait-il de rappeler que tout employé enfermé dans ses quatre murs rêve d'une vie à la campagne, que Marie-Antoinette elle-même s'employait à soigner ses poulets et son bétail à Trianon et que l'ouvrier industriel d'aujourd'hui n'aspire qu'à détenir son petit lopin de terre. Sans doute faut-il aussi attirer l'attention sur le fait que les produits alimentaires seront toujours nécessaires, même en temps de ralentissement des affaires, que l'agriculteur profite directement des relèvements successifs des salaires industriels, parce que l'ouvrier améliore la qualité de sa ration alimentaire.

De tout ceci, l'opinion publique en général est cependant suffisamment consciente. Ce que l'homme d'aujourd'hui ignore trop souvent, ce sont précisément tous ces handicaps, tous ces obstacles constants, toutes ces conditions difficiles auxquelles l'agriculteur doit faire face. Il est indispensable de faire un beaucoup plus large écho à ces considérations et nous estimons qu'en nous y attardant quelque peu, nous aurons fait œuvre utile.

Comme nous l'avons déclaré au début de cet article — et au risque de décevoir le lecteur — nos conclusions seront brèves et nous ne ferons qu'esquisser quelques idées sur les possibilités d'améliorer la condition agricole.

Nous serons probablement tous d'accord sur les principes suivants :

1° L'opinion publique doit être mieux éclairée sur l'importance du coût de distribution des denrées d'une part, sur le caractère indispensable d'une nourriture équilibrée, d'autre part.

2° La moindre productivité de l'agriculture par rapport aux autres branches de l'économie postule une certaine redistribution du revenu national en faveur des cultivateurs, mais ceci à condition :

a) que l'octroi de subventions soit lié à des prestations particulières du producteur agricole vers une meilleure productivité ;

b) que le producteur agricole accepte une certaine discipline de production (limitation approximative aux besoins de la consommation).

3° Une collaboration internationale effective et efficace doit être établie dans le domaine de la répartition des excédents alimentaires actuels.

Cela implique pour le pays évolué, qui fournit les denrées, de ne pas se livrer à des intrusions politiques dans le pays sous-développé qui bénéficie de son assistance, mais cela suppose aussi pour le pays sous-développé le devoir d'accepter la présence de conseillers sociaux et économiques délégués par les pays à haut standing de vie, voire d'observateurs de statut international.

4° Tout doit être mis en œuvre pour éviter le morcellement de l'exploitation et favoriser le remembrement des terres. Les réformes agraires doivent être saluées avec enthousiasme là où les latifundia constituent un frein au progrès économique et social.

5° L'éducation et l'instruction de base doivent être développées dans les milieux ruraux et particulièrement dans les pays sous-développés.

Et vraiment, puisque la vie agricole pose tant de problèmes, n'est-ce pas à l'ingénieur agronome de se pencher sur les préoccupations de celui qui travaille la terre et se livre à l'élevage. C'est un devoir impérieux, étant donné les nombreux aléas auxquels la profession agricole est soumise. N'est-ce pas à l'ingénieur agronome également de poursuivre l'examen des problèmes et des difficultés auxquels nous venons de faire brièvement allusion? L'ingénieur agronome doit trouver dans cette mission une justification supplémentaire à la part de responsabilité de plus en plus grande qu'il doit assumer tant sur le plan économique que social dans la vie des nations. Le soulagement des misères matérielles est d'ailleurs un premier pas vers le relèvement intellectuel et social des masses, et des agriculteurs en particulier.

BIBLIOGRAPHIE

Le destin de l'agriculture française, par L. Brasse-Brossard. (Presses Universitaires de France).
La civilisation de 1975, par Jean Fourastié. (Presses Universitaires de France).
Économie agricole dans le monde, par René Dumont. (Dalloz, Paris).
La Terre, source de richesse, par André Goujon. (Presses Universitaires de France).
L'économie alimentaire du Globe, par Michel Cepède et Maurice Lengelé. (De Médicis, Paris).
Nood in de wereld. (Provincieraad van Limburg, 1-10-57).

Bibliographie

LES LIVRES

W. B. Grange. — *Those of the forest* (Ceux de la forêt). 295 p., 24 ill. Faber and Faber, London, 1957. Prix : 21 s.

Spécialiste des recherches sur la nature sauvage, l'auteur, dans ce travail d'écologie, ne s'est pas seulement borné à esquisser l'histoire naturelle des hôtes de la forêt, mais il s'est attaché aussi à souligner l'interdépendance des plantes, des animaux et... des chasseurs. Plusieurs chapitres posent des problèmes biologiques et philosophiques. Cette œuvre qui évoque les beautés et les drames de la forêt est illustrée de gracieux dessins de O. J. Murie.

D. G. Thomas. — *Simple, practical hybridising for beginners* (Méthodes d'hybridation simples et pratiques à l'usage des débutants). 127 p., 6 fig., 28 pl. hors texte. John Gifford, London, 1957. Prix : 15 s.

Après avoir rappelé les bases scientifiques de l'hybridation et exposé la théorie mendélienne, l'auteur dispense aux débutants les conseils judicieux qui leur permettront de créer à coup sûr des nouveautés en matière de glaïeuls, de pois de senteur, de narcisses, de roses, de chrysanthèmes et d'œillets. Des réflexions sur l'hybridation en général terminent cet ouvrage captivant.

Dr Freeman. — *La lutte contre les insectes nuisibles aux denrées emmagasinées et notamment aux céréales.* 183 p., 43 fig. Agence Européenne de Productivité. Projet nº 212. O. E. C. E., Paris, 1958. Prix : 700 fr. fr.

Les pertes dues aux insectes et acariens qui s'attaquent aux denrées d'alimentation humaine et animale s'élèvent à plus de 2 p. c. dans les régions tempérées et à 10 p. c. au moins sous les tropiques. Le présent rapport a été rédigé à la suite d'une enquête faite en Amérique du Nord, en Amérique du Sud et dans un certain nombre de pays méditerranéens en 1954 et 1955. Cette enquête avait notamment pour objet de déterminer la nature et l'importance des installations de stockage et de traitement établies dans les pays exportateurs, d'étudier les problèmes relatifs aux transports transocéaniques des denrées alimentaires, et d'examiner les solutions qui pourraient remédier aux anomalies éventuellement constatées.

I. D. Margary. — *Roman roads in Britain. II : North of the Foss Way-Bristol Channel* (Les voies romaines en Grande-Bretagne. II : Au nord de la Foss Way et du Bristol Channel). 288 p., 24 photos hors texte, 6 cartes. Phœnix House, London, 1957. Prix : 50 s.

Ivan D. Margary, savant archéologue, s'est proposé d'établir le relevé des voies romaines dont les traces sillonnent encore la Grande-Bretagne. Dans le second volume de l'œuvre qu'il a entreprise, il traite de la partie du Royaume-Uni sise au nord de la Foss Way et du Bristol Channel. Il est ainsi amené à décrire les

routes romaines qui traversent les Midlands septentrionaux et occidentaux, le Pays de Galles et les Marches ainsi que le Nord-Est et le Nord-Ouest de l'Angleterre. Le système routier romain est aussi décrit entre le Mur d'Hadrien et le Mur d'Antonin.

Agence Européenne de Productivité. — *Applications des sciences atomiques dans l'agriculture et l'alimentation.* Projet n° 396, 122 p., 2 photos, 10 fig. O. E. C. E., Paris, 1958. Prix : 400 fr. fr.

Consacré aux applications des sciences nucléaires dans l'agriculture et l'alimentation, le présent rapport a été préparé par une mission qui a séjourné aux États-Unis de mars à juin 1957. Il rassemble toutes les informations concernant les moyens actuels et potentiels fournis par la science atomique pour résoudre les problèmes relatifs à l'étude du sol, des animaux et des végétaux, à la radiobiologie et à la conservation des denrées alimentaires. Il permettra aux participants d'organiser et de développer dans leurs pays des programmes de recherches agronomiques utilisant les méthodes de la science atomique.

Divers auteurs. — *Biological aspects of the transmission of disease* (Aspects biologiques de la transmission des maladies). 184 p. Oliver and Boyd, London and Edinburgh, 1957. Prix : 21 s.

C. Horton-Smith a rassemblé ici les communications que les auteurs les plus qualifiés ont faites sur les aspects biologiques des maladies que les microbes pathogènes, les vers, les champignons et les virus transmettent à l'homme, aux animaux et aux plantes. Tous les textes devraient être cités, mais, devant nous borner, signalons seulement les travaux suivants : *La transmission des viroses végétales par les insectes,* par F. C. Bawden ; *L'évolution de quelques virus animaux,* par C. H. Andrewes ; *La dissémination des maladies des plantes et le commerce international,* par W. C. Moore.

Agence Européenne de Productivité. — *Projet n° 394. La vulgarisation en matière d'économie domestique rurale en Europe.* 42 p. O. E. C. E., Paris, 1958. Prix : 300 fr. fr.

Ce rapport présente une étude documentée sur les buts, l'organisation, le financement et le développement des services de vulgarisation en économie domestique rurale dans les pays Membres de l'O. E. C. E. Il tend à conseiller, à instruire et à former les femmes dans tous les domaines de la vie familiale rurale.

Divers auteurs. — *Les services de vulgarisation agricole en Europe et en Amérique du Nord. 1957.* 192 p. Agence Européenne de Productivité. Projet n° 395/A. O. E. C. E., Paris, 1958. Prix : 750 fr. fr.

Les communications rassemblées dans le présent rapport contribueront à renforcer l'efficience de la vulgarisation agricole et, conséquemment, à accroître la production des denrées alimentaires et à augmenter le standing de vie des familles agricoles. Parmi les documents présentés, citons : *Développements récents des travaux de vulgarisation agricole aux États-Unis et au Canada,* respectivement par P. V. Kepner et S. R. Hodgins ; *Recrutement, formation et perfectionnement des agents de vulgarisation,* par A. Mahou ; *Le développement de la vulgarisation en matière de gestion de l'exploitation agricole,* par A. Jones ; *Problèmes particuliers de vulgarisation en*

relation avec le remembrement, par H. Hartan ; *Évaluation de l'efficacité des services de vulgarisation*, par H. Rheinwald.

A. de Zeeuw en J. van der Does. — *De aspergeteelt* (La culture de l'asperge). 56 p., ill. et graphiques. Tuinbouwvoorlichting nr. 6. Reeks « Het tuinbouwbedrijf in cijfers». Ministerie van Landbouw, Visserij en Voedselvoorziening, Afdeling Tuinbouw, 's-Gravenhage, 1957. Prix : 1,75 fl.

La production de l'asperge a pris une énorme extension depuis la fin de la deuxième guerre mondiale. Au cours de ces dernières années, les Pays-Bas, en cette matière, se sont résolument attelés à concurrencer les produits français et belges. Dans la présente publication, les auteurs examinent les facteurs qui influent sur le prix de revient de l'asperge et discutent les cas où la culture de l'asperge, en Hollande, est économiquement justifiable.

J. Gaynor (éditeur). — *Concise encyclopedia of atomic energy* (Précis d'énergie atomique). 204 p., fig., tables. Peter Owen, London, 1957. Prix : 37 s. 6 d.

Dans la présente encyclopédie, on trouvera la définition des termes appartenant au domaine de la physique nucléaire et de l'énergie atomique ainsi que tous détails utiles sur les types les plus connus de réactions nucléaires, sur la fission atomique, sur les bombes atomiques, etc. Des indications biographiques et bibliographiques relatives aux savants les plus réputés en matière de physique et de chimie nucléaires complètent l'ouvrage.

R. Genders. — *The polyanthus for garden, exhibition and market* (Les primevères pour les jardins, les expositions et les marchés). 96 p., 2 fig., 8 pl. hors texte. W. and G. Foyle, London, 1958. Prix : 3 s.

Origine des primevères. Leur culture moderne (jardins, expositions, marchés). Leur propagation. La lutte contre leurs ennemis.

H. B. Cott. — *Adaptive coloration in animals* (Coloration adaptative chez les animaux). 2e éd. 508 p., 84 fig., 49 planches hors texte dont une en couleurs. Methuen and Co, London, 1957. Prix : 75 s.

Adepte enthousiaste du néo-darwinisme, l'auteur étudie la faculté que possèdent plusieurs animaux de modifier leur coloration naturelle selon les circonstances et selon les endroits. La mise en action de ce phénomène leur permet de se dissimuler afin d'échapper à leurs ennemis ou de capturer des proies, de prendre des attitudes d'intimidation propres à effrayer leurs poursuivants, d'avertir l'entourage de l'imminence d'un danger. Grâce au mimétisme, certains animaux peuvent se confondre avec le milieu ou simuler d'autres animaux. Les admirables photos qui illustrent le présent ouvrage ont été prises directement en pleine nature, dans les muséums ou dans des laboratoires de recherches.

Agence Européenne de Productivité. — *Catalogue des types dimensionnels d'emballages en bois pour fruits et légumes utilisés en Europe*. Projet nº 372, 388 p., nombr. ill. o.e.c.e., Paris, 1958. Prix : 1500 fr. fr.

Le présent document a pour objet la normalisation des emballages en bois utilisés pour les fruits et les légumes. Il rassemble 294 fiches d'informations représentant

les types dimensionnels des emballages utilisés dans 14 pays d'Europe. Les possibilités éventuelles de modification des dimensions dans le cadre de la normalisation européenne sont envisagées. Le texte est en français et en anglais.

D. W. Kent-Jones and A. J. Amos. — *Modern cereal chemistry* (Chimie moderne des céréales). 5e éd. 817 p., 125 fig. The Northern Publishing Co., Liverpool, 1957. Prix : 105 s.

Cette 5e édition de la *Modern cereal chemistry* de D. W. Kent-Jones et A. J. Amos a été revue et considérablement augmentée à la lumière des acquisitions récentes en la matière. Le chimiste des céréales, le producteur de grains, le meunier, le boulanger et le nutritionniste trouveront dans la présente monographie tout ce qui intéresse leur profession : composition des céréales, des farines et des produits de la mouture ; méthodes d'appréciation de la valeur boulangère des farines ; qualités plastiques des pâtes et chimisme de la panification ; valeur nutritive des céréales et leur intervention dans les rations équilibrées des animaux domestiques ; infestation des farines par les insectes et les moisissures ; microbiologie des céréales ; étude bactériologique des farines ; teneur des farines en vitamines et en acides aminés, etc.

A. Jacob. — *Magnesium, the fifth major plant nutrient* (Le magnésium, cinquième élément majeur des plantes). Traduit de l'allemand par N. Walker, XII-160 p., 9 fig., 8 pl. hors texte en couleurs. Staples Press, London, 1958. Prix : 40 s.

Il s'agit de la traduction en anglais de l'ouvrage du Dr. A. Jacob que Ferdinand Enke édita, à Stuttgart, en 1955. C'est sans doute la monographie la plus importante qui ait paru sur le sujet. L'auteur ne se borne pas à relater ses propres observations, mais il rapporte aussi celles d'autres chercheurs évoquées dans les 487 références de l'index bibliographique. Il expose tout ce qui a trait au magnésium dans ses rapports avec les plantes, les animaux et les sols. Il semble que ce soit à tort qu'on ait jusqu'ici considéré le magnésium comme un élément mineur. En réalité il serait indispensable à la plante et limiterait la production végétale.

H. Butterfield. — *The origins of modern science, 1300-1800.* Nouv. éd. X-242 p. G. Bell and Sons, London, 1957. Prix : 16 s.

Le professeur Butterfield jette un regard pénétrant sur la période 1300-1800 au cours de laquelle se brassèrent les idées d'où devait sortir la science moderne. Dans un style brillant, il expose, entre autres, l'influence de Copernic, de Harvey, de Bacon et de Descartes, les prémices de la méthode expérimentale au XVIIe siècle, l'histoire de la théorie moderne de la gravitation, le mouvement philosophique sous le règne de Louis XIV, la place de la révolution scientifique dans l'histoire de la civilisation occidentale, la formation des idées de progrès et d'évolution.

C. Vanden Berghen. — *Flore générale de Belgique. Bryophytes. Vol. I, fasc. 3,* p. 271-390, fig. 86 à 125. Ministère de l'Agriculture. Jardin Botanique de l'État, Bruxelles, 1957.

Ce troisième fascicule de la Flore des Bryophytes de Belgique a trait aux groupes systématiques suivants : *Plagiochilaceae, Nardiaceae, Southbyaceae, Marsupellaceae, Scapaniaceae, Radulaceae, Madothecaceae, Frullaniaceae* et *Lejeuneaceae.*

N. T. Gill and K. C. Vear. — *Agricultural botany*. 636 p., 262 fig. Gerald Duckworth, London, 1958. Prix : 63 s.

Le présent traité de botanique agricole est sans doute le plus important qui ait paru depuis l'ouvrage classique de John Percival. Les grandes subdivisions sont consacrées à la génétique et à l'amélioration des plantes, à la botanique des végétaux cultivés, aux mauvaises herbes, aux maladies des plantes cultivées. L'étude des Graminées : céréales et herbes des prairies, est particulièrement approfondie. Un glossaire et un aperçu de l'étymologie des noms de plantes complètent le livre. Les illustrations sont très soignées. Elles sont dues à Janet Maclagan et aux auteurs.

R. A. Beatty. — *Parthenogenesis and polyploidy in mammalian development* (Parthénogénèse et polyloïdie dans le développement des mammifères). 132 p., 5 fig., 2 pl. hors texte. Cambridge monographs in experimental biology, 7. Cambridge, At the University Press, 1957. Prix : 15 s.

Au cours de ses travaux, l'auteur a pu mettre en évidence la présence, chez l'embryon primitif des mammifères, de nombreuses interrelations chromosomiques et cytoplasmiques. Ces phénomènes relèvent de la parthénogénèse, de la polyploïdie et des manifestations connexes. Ils peuvent êtres spontanés ou induits expérimentalement. Les nombreuses références bibliographiques permettront de puiser à la source les données relatives au sujet traité.

A. G. Puttock. — *Primulas* (Primevères). 128 p., 8 fig., 31 pl. hors texte dont 5 en couleurs. John Gifford, London, 1957. Prix : 16 s.

La présente monographie, richement illustrée, apporte à l'horticulteur tous renseignements utiles sur la botanique des primevères et sur leur culture dans les jardins, les serres et les rocailles.

E. A. Moelwyn-Hughes. — *Physical chemistry*. 1295 p., 307 fig. Pergamon Press, London, 1957. Prix : 70 s.

Ce manuel de chimie physique, entièrement à jour, rendra les plus grands services aux étudiants universitaires et aux chercheurs. Les matières suivantes y sont successivement traitées : fondements et formulation mathématique de la théorie cinétique-moléculaire et de la théorie des quanta, éléments chimiques, thermodynamique chimique, énergie intermoléculaire, fonctions de partition, molécules mono-, di- et triatomiques, diffraction des rayons X et électrons des molécules polyatomiques, états cristallin, gazeux, métallique, liquide, dissous, ionique et interfacial, équilibre chimique des systèmes homogènes et hétérogènes, cinétique des réactions en systèmes gazeux, cinétique des réactions hétérogènes et photochimiques, cinétique des réactions en solutions.

Divers auteurs. — *Microbial ecology*. 388 p., 37 fig., 6 pl. hors texte, 2 cartes. Cambridge, At the University Press, 1957. Prix : 32 s. 6 d.

Le présent recueil rassemble les communications qui ont été faites au 7e symposium de la « Society for general Microbiology » qui s'est tenu à Londres, en avril 1957. Parmi les sujets traités, signalons : *Le génome en tant que composant du système écologique*, par C. J. Shepherd ; *Influence du pH et du potentiel d'oxydo-réduction sur le comportement bactérien*, par L. F. Hewitt ; *Micro-organismes résistant à des*

concentrations élevées de sucres ou de sels, par M. Ingram ; *Importance écologique de la production d'antibiotiques*, par P. W. Brian ; *Rôle des plantes-hôtes dans l'écologie microbienne*, par F. C. Bawden ; *Influences biologiques de l'homme et des animaux sur l'écologie microbienne*, par R. Lovell ; *Écologie et virus*, par C. H. Andrewes. Chaque travail est suivi des références bibliographiques qui créditent les assertions des auteurs.

Joao de Carvalho e Vasconcellos e Miguel Carlos Pereira Coutinho. — *Noçoes de fisiologia vegetal* (Notions de physiologie végétale). 235 p., 34 fig. Ministerio da Economia, Lisboa, 1957.

Les présentes *Notions de physiologie végétale* donneront une idée de l'ampleur qu'a prise aujourd'hui cette branche de la botanique. Après en avoir exposé les bases physiques et chimiques essentielles, les auteurs traitent des fonctions vitales, de la croissance, de la propagation et du déclin des végétaux.

† W. C. R. Watson. — *Handbook of the Rubi of Great Britain and Ireland* (Manuel des Rubus de Grande-Bretagne et d'Irlande). 274 p., 50 fig. Cambridge, At the University Press, 1958. Prix : 63 s.

Lorsqu'il mourut en 1954, W. C. Watson laissait, quasi achevé, un manuscrit remarquable sur les *Rubus*. P. D. Sell et J. E. Woodhead y ont mis la dernière main avant de le faire imprimer. L'auteur s'est joué de toutes les difficultés que présentait l'étude d'un genre qui, pour être important, n'en est pas moins... épineux. Aux notes introductives relatives à la botanique, la génétique, la dispersion, la classification et la nomenclature des *Rubus*, fait suite la description de toutes les formes de ronces *(brambles* ou *blackberries)* susceptibles d'être rencontrées en Grande-Bretagne, en Irlande et dans les îles Anglo-normandes. Comme les trois quarts d'entre elles croissent dans toute l'Europe, on comprendra l'intérêt indéniable qu'offre pour tous les botanistes la présente monographie. L'ouvrage est illustré de 50 dessins de Ruth M. Ball et A. W. Darnell.

H. G. Sanders. — *An outline of British crop husbandry* (Aperçu de l'agriculture britannique). 3e édition. 346 p., 3 pl. hors texte. Cambridge, At the University Press, 1958. Prix : 35 s.

Cette troisième édition d'un ouvrage dont l'éloge n'est plus à faire a été complètement revue afin d'y incorporer les acquisitions les plus récentes de la science et de la technique agricoles. Les étudiants en agriculture, les agronomes et les fermiers y puiseront tous renseignements utiles sur l'assolement, les fumures, les méthodes de nettoyage des terres et de lutte contre les mauvaises herbes, les labours et la préparation du sol, le choix et le traitement des semences, les semis, les opérations aratoires qui suivent l'enlèvement des récoltes. Des chapitres spéciaux sont consacrés à la culture des céréales, des plantes-racines et des pommes de terre. L'aspect économique de l'agriculture et l'importance du calcul des coûts de production sont aussi esquissés.

XXX. — *The Royal Botanic Gardens : Kew* (Le Jardin botanique de Kew). 2e éd. 130 p., 24 ill., un plan. Her Majesty's Stationery Office, London, 1957. Prix : 2 s. 6 d.

Guide illustré de ce joyau que constituent pour la Grande-Bretagne les Jardins

botaniques royaux de Kew : historique et fonctions, voies d'accès, bâtiments, serres, musées, collections botaniques.

E. A. Helgeson. — *Méthodes de désherbage.* 208 p., 32 fig. Études Agricoles de la FAO, nº 36. Rome, 1958.

La découverte de nombreux produits possédant un pouvoir herbicide, les progrès réalisés dans l'emploi des désherbants sélectifs et totaux, la mise au point de nouvelles méthodes d'application, le perfectionnement de l'équipement et des appareils utilisés ont été particulièrement frappants au cours des dernières années. La présente publication apporte une information sûre sur les principes et les méthodes du désherbage ainsi que sur les désherbants, le matériel de désherbage et la destruction des mauvaises herbes. Elle donne des exemples de lutte contre certaines plantes adventices importantes. Elle se termine par une bibliographie et par des annexes consacrées notamment aux réactions de quelques espèces végétales à certains herbicides et à l'appellation et au nom chimique des désherbants.

XXX. — *Survey of agricultural libraries in England and Scotland* (Aperçu des bibliothèques agricoles d'Angleterre et d'Écosse). 76 p. stencilées. Royal Agricultural Society of England, London, August 1957. Prix : 12 s. 6 d.

Certes, dans le manuel *Aslib directory of special libraries* étaient incluses les bibliothèques agricoles, mais c'est bien la première fois que paraît en Grande-Bretagne une publication entièrement consacrée à ces dernières institutions. Elle fait l'inventaire de la richesse documentaire de 47 bibliothèques agricoles du Royaume-Uni. Pour chacune d'elles sont indiqués : les conditions d'accès, l'objet, le stock de livres, le nombre de périodiques, les collections spéciales, les catalogues, la classification adoptée, etc.

D. Clifford. — *Pelargoniums.* 300 p., 79 photographies en noir et blanc, 11 pl. hors texte en couleurs. Blandford Press, London, 1958. Prix : 42 s.

Le genre *Pelargonium* appartient à la tribu des *Geraniae*. De toutes les publications qui ont trait à ce genre, la monographie de Derek Clifford est sans doute la plus complète. L'auteur expose tout ce qui concerne les pélargoniums cultivés, que les amateurs appellent à tort les « géraniums » : vertus florales, divisions du genre, description des espèces horticoles et des hybrides, propagation, procédés de culture, lutte contre les maladies, etc. Il étudie la botanique et la génétique de la famille des *Geraniaceae* et de ses 5 tribus : les *Geraniae*, les *Biebersteinieae*, les *Wendtieae*, les *Vivraneae* et les *Dirachmeae*. Un glossaire et une bibliographie étendue ajoutent encore à la valeur de l'ouvrage.

T. Yoshida. — *Gardens of Japan* (Jardins japonais). 188 p., 207 ill., 4 planches en couleurs. The Architectural Press, London, 1957. Prix : 63 s.

Ce livre fascinant a été traduit de l'allemand par Marcus G. Sims. Ainsi que le fait observer Yoshida, il se dégage des jardins du Japon une impression de simplicité, de tranquillité et de solitude qui en fait l'un des plus grands charmes. L'auteur disserte sur les matériaux intervenant dans leur composition (pierres, roches), sur les arbres et buissons, sur l'eau. Il dégage leur signification symbolique. D'admirables photographies montrent à l'envi qu'au Japon, la maison et le jardin, l'homme et la nature sont en harmonie.

H. Handrick. — *The last paradise* (Le dernier paradis). 158 p., 58 planches hors texte en couleurs. Oliver and Boyd, London, 1957. Prix : 45 s.

Ce recueil charmant à la fois rédigé et illustré par Helmut Handrick a été traduit de l'allemand en anglais par Elizabeth Guild. Il relate les observations et les aventures photographiques d'un naturaliste explorant l'oasis de verdure qu'il a découverte en pleine Ruhr industrielle. Les photographies en couleurs d'oiseaux, d'insectes, de bêtes diverses et de plantes sont remarquables par leur technique et par leur caractère esthétique.

Agence Européenne de Productivité. Projet nº 391. — *La modernisation des bâtiments de ferme. Volume 1. Les États-Unis.* 147 p., 48 fig., 10 cartes. o. e. c. e., Paris, avril 1958. Prix : 650 fr. fr.

Une mission de l'Agence Européenne de Productivité s'est rendue aux États-Unis pour y étudier les bâtiments de ferme, notamment leur modernisation, et l'utilisation rationnelle de la main-d'œuvre. Après avoir exposé les données générales agricoles des États visités (Middle-West et États de la Nouvelle-Angleterre), le présent rapport envisage successivement : les plans d'ensemble des bâtiments agricoles, l'agencement des « unités fonctionnelles », les procédés et matériaux de construction, l'isolation et la ventilation, les équipements, la protection des bâtiments, la protection des matériaux de construction.

C. Loewenfeld. — *Britain's wild larder : nuts* (Ressources spontanées de la Grande-Bretagne : les noix et quelques autres fruits sauvages). 312 p., 1 fig., 3 planches hors texte. Faber and Faber, London, 1957. Prix : 30 s.

Mme Claire Loewenfeld décrit différentes espèces de fruits comestibles à enveloppe ligneuse que l'on rencontre à l'état spontané en Grande-Bretagne : noisette, amande, noix, châtaigne, faîne, marron, gland. Elle en discute la valeur nutritive et diététique. Elle expose la composition des recettes culinaires où ils interviennent. Elle donne des indications sur l'histoire, le folklore, le stockage, la conservation et les usages des fruits étudiés.

O. Lyle. — *Technology for sugar refinery workers* (Technologie de la raffinerie de sucre). 3e éd. 664 p., 114 fig. Chapman and Hall, London, 1957. Prix : 70 s.

Les éditions précédentes de ce remarquable manuel de technique sucrière ont été revues, remaniées et considérablement augmentées. La présente édition est absolument à jour en ce qui concerne l'équipement et les procédés de fabrication et de contrôle des raffineries de sucre. Un chapitre est consacré au planning du travail et à l'interprétation des essais de laboratoire.

H. L. Edlin. — *The living forest* (La forêt vivante). 310 p. Thames and Hudson, London, 1958. Prix : 25 s.

L'auteur a retracé, pour notre dilection, l'histoire des essences forestières spontanées et introduites de la Grande-Bretagne. Il donne aussi des renseignements sur les qualités de leurs bois et sur leurs usages. L'arbre a toujours joué un rôle primordial dans la vie des peuples ; il est le centre de diverses légendes et manifestations folkloriques. H. L. Edlin souligne l'enrichissement graduel des forêts britanniques à la suite des changements intervenus dans les conceptions techniques

et économiques de la politique forestière. Il montre l'efficacité des arbres dans la mise en valeur des terres stériles et dans la lutte contre l'érosion.

R. W. G. Hunt. — *The reproduction of colour*. 208 p. 87 fig., 11 pl. en couleurs. Fountain Press, London, 1957. Prix : 63 s.

R. W. Hunt a consacré le présent manuel aux principes fondamentaux et à la technique de la reproduction des couleurs aussi bien par la photographie que par la télévision et les procédés d'impression. Il discute les problèmes qui peuvent se poser en cette matière fascinante mais complexe, et il indique les solutions à y apporter. Remarquable par l'élégance de sa présentation, la valeur du texte et la qualité de ses photographies, l'ouvrage intéressera vivement l'amateur et l'homme de sciences.

H. P. R. Finberg. — *Gloucestershire studies*. XIII-304 p. 7 planches hors texte, 4 cartes. The University Press, Leicester, 1957. Prix : 30 s.

Dans le présent recueil sont rassemblées des études pertinentes sur l'histoire et la toponymie du comté de Gloucester. L'auteur montre l'organisation des établissements anglo-saxons, l'origine et le développement des villes, la vie rurale au moyen âge, la ruine des monastères, la fortune des nobles, des écuyers et des gros fermiers. Il scrute la généalogie d'anciennes familles, rappelle la vie et l'œuvre de maintes personnalités de la région et évoque les historiens du Gloucestershire. Il rend hommage aux pionniers de l'industrie du vêtement et indique l'essor pris par celle-ci.

D. R. Denman. — *Origins of ownership* (Les origines de la propriété). 190 p. George Allen and Unwin, London, 1958. Prix : 22 s. 6 d.

Ainsi que l'indique le sous-titre, il s'agit d'une brève étude sur l'histoire de la propriété foncière et de la tenure depuis les premiers temps jusqu'à l'époque moderne. L'énoncé des titres des chapitres sera suffisant pour donner une idée du contenu du livre : la préhistoire ; la Bretagne romaine ; la vieille Angleterre ; sous les rois normands ; le moyen âge : la consolidation des tenures ; le moyen âge : la rente foncière et les baux ; le sol et l'organisation rurale. L'historien qui désirera connaître de façon détaillée les sujets abordés dans cette publication, se reportera utilement aux nombreux travaux que signalent les listes de références bibliographiques.

C. Conyn. — *A zoo of my own* (Un zoo de ma façon). 192 p., 50 ill. G. G. Harrap, London, 1957. Prix : 12 s. 6 d.

Ce livre délicieux que Dick de Wilde a plaisamment illustré décrit la vie de divers animaux que l'auteur captura à Sumatra où il vécut durant la dernière guerre. La collection est variée : un chien, des chats, un porc-épic, des oiseaux, un tigre, un ours, des singes, un crocodile, etc. L'auteur a saisi sur le vif plusieurs traits de ses pensionnaires et il les a narrés avec saveur.

E. Hyams. — *The speaking garden* (Le jardin « parlant »). 182 p., 14 dessins de Pamela Hughes. Longmans, Green and Co., London, 1957. Prix : 16 s.

Avant de devenir le romancier que l'on sait, Edward Hyams se livra à des occupations agricoles. Dès 1946 en effet, il avait converti, dans le Kent, trois

acres de terre en un jardin et un vignoble. Il nous conte ici, dans un style où la science et l'art littéraire se marient heureusement, l'histoire « naturelle » des légumes et des fruits qu'il récolta. Il amène ainsi le lecteur à réfléchir à de passionnants sujets : D'où viennent les pêches ? Quel est l'origine du chou-fleur ? Pourquoi les Anglais ne produisent-ils pas eux-mêmes leur vin ?, etc.

L. Hadlow. — *Climate, vegetation and man* (Le climat, la végétation et l'homme). 3e éd., 288 p., 83 fig., 79 photos. University of London Press, London, 1957. Prix : 8 s. 6 d.

Après avoir décrit les principes qui gouvernent les facteurs du climat et les météores, l'auteur a porté son attention sur les interrelations existant entre les conditions climatiques, la distribution des végétaux et des animaux, et la vie et le travail de l'homme. On peut dire que l'épanouissement et le déclin des civilisations sont liés, dans une large mesure, aux changements intervenus dans les conditions climatiques.

G. Constantinescu et E. Negreanu. — *Studiul insusirilor tehnologice ale soiurilor de Vita roditoare (Vitis vinifera sativa)* (Étude des variétés de vignes cultivées en Roumanie). 740 p., 189 fig. Academia Republicii Populare Romîne. Institutul de Cercetari Agronomice. Bucarest, 1957.

Descriptions botanique des variétés de raisins de vinification et de table cultivés dans la République populaire roumaine. Propriétés et composition des jus qui en découlent.

The Empire Journal of Experimental Agriculture. Vol. XXVI, nº 102, p. 77-194, April 1958 (Oxford, At the Clarendon Press).

Il s'agit du numéro spécial que la revue « The Empire Journal of Experimental Agriculture » a édité à l'occasion du 25e anniversaire de sa création. Les progrès de l'agriculture dans le Commonwealth britannique doivent beaucoup aux efforts de cette excellente publication. C'est ce que met d'ailleurs en lumière E. J. Russell dans un avant-propos très suggestif. Rédigés par des compétences, les articles ont trait aux recherches entreprises et aux résultats obtenus au cours des vingt-cinq dernières années en matière de maintien d'humidité des sols (J. L. Doughty), d'industrie animale en Australie (L. B. Bull), d'amélioration du blé au Canada (R. F. Peterson), de génétique végétale en Inde (B. P. Pal), d'huile de palme en Nigérie (C. W. Hartley), de développement des pâturages en Nouvelle-Zélande (F. R. Callaghan), d'amélioration des plantes de grande culture et des prairies en Union Sud-Africaine (D. G. Heylett) et, enfin, de recherches agricoles en Rhodésie et au Nyassaland (W. L. Fielding).

N. Hurwitz. — *Natal regional survey. Volume 12. Agriculture in Natal, 1680-1950.* 123 p., 23 fig. Oxford University Press, London, 1957. Prix : 32 s. 6 d.

Sollicité par l'Université du Natal, N. Hurwitz donne ici un aperçu de l'évolution de la structure sociale et économique de cette province de l'Union Sud-Africaine de 1860 à 1950. De nombreuses statistiques autorisent les données émises sur les surfaces cultivées, le crédit agricole, les cultures, les industries du sucre de canne et de l'écorce d'acacia, l'arboriculture fruitière, l'élevage et l'industrie laitière.

Divers auteurs. — *De toepassing van de atoomkernenergie in de landbouw* (Les applications de l'énergie atomique en agriculture). Landbouwkundig Tijdschrift, Den Haag, 70ste jaargang, extra nummer, bdz. 245-376, Mei 1958.

Le numéro spécial de mai 1958 du « Landbouwkundig Tijdschrift » est entièrement consacré aux applications de l'énergie atomique en agriculture. Parmi les remarquables travaux qui le composent, citons : *La conservation des denrées alimentaires à l'aide de radiations ionisantes*, par M. J. Dols et D. A. Mossel ; *L'obtention de mutations au moyen de radiations ionisantes*, par C. Broertjes ; *Applications des traceurs dans les recherches de physiologie animale*, par P. C. van Erkelens ; *Emploi des isotopes radioactifs dans l'étude de la physiologie des insectes et des insecticides*, par K. van Asperen.

Divers auteurs. — *The Yearbook of Agriculture 1956. Animal diseases* (Annuaire agricole des États-Unis pour 1956. Les maladies des animaux domestiques). 592 p. The United States Department of Agriculture, Washington, 1957. Prix : $ 2.

L'Annuaire agricole 1956 donne d'amples détails sur les causes, la nature et les symptômes des maladies affectant communément les animaux domestiques aux États-Unis. Il expose aussi les moyens préventifs et les procédés de lutte. Il complète heureusement l'Annuaire 1942 qui était consacré à l'élevage d'un cheptel sain.

Divers auteurs. — *The Border* (La Frontière). 94 p., ill., planches hors texte, cartes. National Forest Park Guides. Her Majesty's Stationery Office, London, 1958. Prix : 5 s.

J. Walton a rassemblé ici les textes que divers auteurs (H. L. Edlin, I. A. Richmond, J. D. Mackie, W. A. Clark, Ern. Blezard, G. A. Johnson) ont rédigé sur le peuple, sur l'histoire, sur les légendes, sur les forêts, sur la végétation des parcs nationaux, sur la vie des animaux sauvages, sur la géologie, sur les promenades, des régions frontières sises entre l'Angleterre et l'Écosse. Des listes de publications relatives au Northumberland, au Cumberland et au Roxburghshire ont été dressées respectivement par Melle R. E. Baker, K. Smith et Melle R. M. mcivor.

J. R. Bonner. — *The evolution of development.* 104 p., 33 fig. At the University Press, Cambridge, 1958. Prix : 17 s. 6 d.

La présente publication rassemble trois leçons spéciales qui ont été données au Collège universitaire de Londres sur l'origine, les modalités, les fonctions et l'extension du développement des organismes vivants considérées du point de vue évolutif. Elles passionneront les biologues, les généticistes et les embryologistes et elles serviront de tremplin à de féconds échanges de vues.

Flore générale de Belgique. Spermatophytes. Volume III, fascicule I, par André Lawalrée. *Rubus*, par l'abbé J. Legrain. 152 p., 8 fig. Ministère de l' Agriculture. Jardin Botanique de l'État, Bruxelles, 1958

Le volume III de la Flore générale de Belgique, Spermatophytes, sera consacré aux *Rosaceae, Mespilaceae* et *Amygdalaceae*. Dans le présent fascicule, l'abbé Legrain décrit, groupées en 12 sous-genres, les quelque 550 espèces de *Rubus* se

rencontrant en Belgique. L'ouvrage est enrichi de dessins de G. Van Assche et A. Cleuter ainsi que de cartes de dispersion.

Agence Européenne de Productivité. Projet n° 395 B. — *La gestion des exploitations agricoles aux États-Unis.* 126 p., 11 ill. Organisation Européenne de Coopération Économique, Paris, mai 1958. Prix : 375 fr. fr.

Dans le présent rapport, treize experts de six pays d'Europe exposent les principes, les méthodes et les techniques de la gestion des exploitations appliqués dans trois états des États-Unis : Caroline du Nord, Illinois et Minnesota. Ils insistent sur le rôle de la comptabilité et sur l'importance des programmes de perfectionnement des conseillers agricoles en matière de gestion.

J. Hutchinson. — *Genetics and the improvement of tropical crops* (La génétique et l'amélioration des plantes tropicales). 30 p. Cambridge University Press, 1948. Prix : 3 s 6 d.

Cette brochure reproduit la leçon inaugurale que Sir Joseph Hutchinson a faite devant les étudiants de l'Université de Cambridge le 22 janvier 1958. Le savant professeur souligne les réalisations prestigieuses de la génétique en matière d'amélioration des plantes cultivées sous les tropiques : sorgho, arachide, cotonnier, maïs, etc.

Tr. Savulescu et divers collaborateurs. — *Porumbul* (Le maïs). 926 p., nombreuses figures et planches en couleurs. Editura Academiei Republicii Populare Romîne, Bucuresti, 1957.

La présente monographie du maïs est certainement une des plus importantes qui existent. Elle embrasse tous les aspects de la culture, de l'amélioration et du rôle économique de cette plante. Écrite en roumain, il est vraiment regrettable que la langue fasse obstacle à la consultation fréquente et aisée de l'ouvrage.

H. G. W. Fogg. — *Begonias and Fuchsias.* 94 p., 10 fig., 12 photos hors texte. W. and G. Foyle, London, 1958. Prix : 3 s.

L'amateur de Bégonias et de Fuchsias trouvera dans la présente publication tout ce qui a trait à la culture de ces plantes gracieuses. Les conseils qui sont dispensés sur le choix des variétés, sur leur propagation, sur les soins qu'elles requièrent permettront de produire des fleurs superbes et nombreuses, non seulement pour l'ornementation des jardins et la décoration des appartements, mais aussi pour les expositions et les floralies.

G. Kuhnholtz-Lordat. — *L'écran vert.* 276 p., 11 fig., 16 planches hors texte. Mémoires du Muséum National d'Histoire Naturelle, nouvelle série, série B, Botanique, tome IX, fascicule unique. Éditions du Muséum, Paris, 1958.

Par ses travaux antérieurs de floristique, de sociologie végétale et d'écologie dynamique, G. Kuhnholtz-Lordat, docteur ès sciences et ingénieur agronome, était qualifié pour recueillir les pièces essentielles du dossier relatif à l'écran vert, à la fois protecteur et nourricier de l'humanité. Il s'agit, en quelque sorte, d'une nouvelle version, profondément remaniée et considérablement augmentée, de la *Terre incendiée,* ouvrage fondamental, aujourd'hui épuisé, que l'auteur écrivit en 1938 sur l'érosion par le feu et sur les conséquences des incendies qui détériorent,

en de trop nombreux points du globe, le manteau végétal. G. KUHNHOLTZ-LORDAT analyse minutieusement les effets des diverses actions de l'homme et de ses techniques d'exploitation sur la flore, sur la faune et sur le sol. Il souligne l'orientation que le feu, le vent et l'eau impriment à la destinée des terres. Il traite avec une remarquable lucidité des problèmes inhérents à la protection de la nature, qu'il résout dans le cadre rigoureux des sciences expérimentales. Il prône le maintien de l'équilibre entre les champs cultivés *(ager)*, les surfaces livrées au pâturage *(saltus)* et les territoires boisés *(silva)*. Il étudie les moyens biologique propres à reconstituer une ambiance favorable à la restauration de la forêt. C'est dans les transformations successives de l'écran chlorophyllien que l'homme, rappelé à la prudence et guidé par les biologistes, trouvera les fondements sains de la reconstitution des équilibres naturels perdus.

H. G. W. FOGG. — *Plants in the house* (Les plantes d'appartement). 206 p., 3 fig., 22 ill. hors texte. Faber and Faber, London, 1958. Prix : 21 s.

Il est impossible, après la lecture de la monographie de H. G. Witham FOGG, que les amateurs de plantes d'appartement connaissent encore des déboires. Tout y est : choix des espèces et régime particulier de chacune d'elles, fabrication des composts, engrais, arrosage, lutte contre les parasites et les maladies, etc. Des listes de plantes sont données, qui conviennent à des situations spéciales : exposition au nord, à l'est, en plein soleil, à mi-ombre ; proximité du chauffage central... La culture des plantes bulbeuses à l'intérieur des habitations et celle des cactus et plantes grasses n'ont pas été omises.

DIVERS AUTEURS. — *Flore du Congo belge et du Ruanda-Urundi. Spermatophytes. Vol. VII*, 367 p., 11 fig., 1 photo, 36 planches, 1 carte. INÉAC, Bruxelles, 1958.

Ce nouveau volume de la Flore du Congo belge et du Ruanda-Urundi, consacré aux Spermatophytes a été consciencieusement préparé par le Comité exécutif de la Flore du Congo belge conjointement avec le Jardin botanique de l'État. Il décrit les familles suivantes d'Angiospermes-Dicotylédones : *Pandaceae* et *Vochysiaceae*, par W. ROBYNS ; *Oxaliduceae et Malpighiaceae*, par R. WILCZEK ; *Geraniaceae* et *Polygalaceae*, par E. PETIT ; *Linaceae*, par R. WILCZEK et R. BOUTIQUE ; *Erythroxylaceae*, *Zygophyllaceae*, *Balanitaceae*, *Rutaceae*, *Irvingiaceae* et *Simaroubaceae*, par G. GILBERT ; *Lepidobotryaceae*, par J. LÉONARD ; *Burseraceae*, par G. TROUPIN ; *Meliaceae*, par P. STANER et G. GILBERT ; *Dichapetalaceae*, par L. HAUMAN ; *Callitrichaceae*, par A. ROBYNS.

A. G. PUTTOCK. — *Greenhouse plants for pleasure* (L'agrément des plantes de serres). 183 p., 10 fig., 49 photos hors texte. John Gifford, London, 1958. Prix : 16 s.

L'auteur expose comment l'amateur pourra, à peu de frais, former une collection des meilleures plantes de serres : Pelargoniums, Fuchsias, Chrysanthèmes, Fougères, Primevères, Gloxinias, Streptocarpus, Bégonias, etc. Il indique les espèces qui donneront pleine satisfaction en ce qui concerne la couleur et l'odeur. Il ne prône pas la culture des plantes délicates : celles qu'il recommande ne requièrent d'autre soin que la protection contre les gelées.

B. E. Beater. — *Soils of the Sugar Belt. Part one : Natal North Coast.* 102 p., 10 planches hors texte. Natal Regional Survey. Report nº 3. Oxford University Press, Cape Town and London, 1957. Prix en Afrique du Sud : 35 s.

Le présent volume constitue la première partie du Rapport nº 3 de l'enquête entreprise par le Natal en ce qui concerne les possibilités économiques de cet état. Il donne une vue d'ensemble de l'origine, des caractères physiques et chimiques et de la fertilité des sols du secteur du Natal connu sous le nom de « North Coast » où se cultive la canne à sucre. Une carte jointe au texte permettra aux planteurs de se rendre compte de la vocation de leurs terres.

A. R. Clapham, T. G. Tutin and E. F. Warburg. — *Flora of the British Isles. Illustrations. Part. I. Pteridophyta-Papilionaceae.* Dessins de S. J. Roles. 144 p., 552 ill. At the University Press, Cambridge, 1957. Prix : 25 s.

Voici le premier volume des illustrations de la *Flore des Iles britanniques* de Clapham, Tutin et Warburg. Les dessins sont dus au talent de Sybil J. Roles. A part deux ou trois exceptions, ils ont été pris sur le vif ; aussi, reproduisent-ils de façon très suggestive l'aspect de la plante en pleine végétation. Le présent fascicule s'étend des Ptéridophytes aux Papilionacées. Complétant les procédés de détermination décrits dans le texte même de la *Flore,* le moyen visuel aidera beaucoup à l'identification des espèces.

P. Matthews. — *The pursuit of moths and butterflies* (La chasse aux papillons). 141 p., 36 pl. hors texte dont 4 en couleurs. Chatto and Windus, London, 1957. Prix : 30 s.

Il s'agit d'une anthologie de textes consacrés à la chasse et à la biologie des Lépidoptères. Des pages très évocatrices où la science s'allie à la poésie ont été extraites des œuvres de Colette, Virginia Woolf, M. E. Foutaine, D. W. Fletcher, A. R. Wallace, A. S. Meek, E. Cheesman, W. J. Holland, W. Beebe, R. W. Kingston, W. H. Hudson, J. H. Fabre, etc. Ce recueil de morceaux choisis pour lequel j'éprouve une dilection toute particulière entraînera les lecteurs dans les parties du monde où se rencontrent les papillons tant diurnes que nocturnes.

L. Reid. — *Earth's company* (Communauté terrestre). 222 p., 8 fig., 24 ill. hors texte. John Murray, London, 1958. Prix : 25 s.

Bien connu par son œuvre de forestier au Canada et de pédagogue à l'Université de Londres, Leslie Reid se révèle ici un naturaliste averti. Dans le présent livre, écrit simplement et accessible à tous, il décrit la beauté et la complexité de la vie animale et végétale telles qu'elles lui sont apparues au cours des observations qu'il a faites dans les diverses parties de la Grande-Bretagne. Il est ainsi amené à traiter, entre autres, des matières suivantes : écologie, sociologie animale et végétale, habitat, évolution, adaptation et mimétisme, liens de dépendance, parasitisme, instinct. Pour Reid, l'évolution des êtres vivants n'est nullement due à des processus hasardeux.

Ch. Darwin and A. Russel Wallace. — *Evolution by natural selection* (L'évolution par la sélection naturelle). 288 p. At the University Press, Cambridge, 1958. Prix : 25 s.

Le 1er juillet 1858, Charles Darwin et Alfred Russel Wallace publiaient con-

jointement les fondements de la théorie de l'évolution par la sélection naturelle. C'est pour célébrer ce centenaire que le volume sous revue a été édité, juste hommage rendu à deux grandes figures des sciences biologiques. Dans un avant-propos très compréhensif, Sir Gavin de Beer retrace les vicissitudes des théories de l'évolution depuis les prédécesseurs de Darwin jusqu'à nos jours, et souligne le rôle qu'a joué la sélection naturelle dans la science moderne. L'ouvrage reproduit, avec une introduction de Sir Francis Darwin (1909), les essais que Ch. Darwin écrivit en 1842 et 1844 sur les variations des êtres vivants sous l'action de la domestication, ainsi que le mémoire précité rédigé en collaboration.

J. Dunbar. — *The lost land* (Le pays perdu). 192 p., 7 planches hors texte, 2 cartes. Collins, London, 1958. Prix : 18 s.

L'auteur relate les péripéties d'une exploration sous-marine qu'il a accomplie dans les parages des îles Scilly, situées au sud-ouest de la Grande-Bretagne. Il n'a certes pu confirmer les légendes qui ont trait aux Sorlingues, mais les découvertes qu'il a faites enthousiasmeront à la fois le naturaliste, l'archéologiste et... le photographe. Il évoque les poissons qu'il a observés, les redoutables tempêtes atlantiques, le naufrage du *Colossus* qui transportait les vases précieux de Sir William Hamilton, les chaussées et les murailles submergées entre les îles et la terre ferme. John Dunbar donne aussi des détails sur la photographie sous-marine et sur l'équipement que requièrent les plongées.

L. Paul. — *Nature into History* (Nature et Histoire). 202 p. Faber and Faber, London, 1957. Prix : 21 s.

Le problème que Leslie Paul tente de résoudre ici est la nature de l'homme par rapport à celle de l'animal. Ses investigations ont porté sur les sociétés primitives, dont il étudie les cérémonies d'initiation, les rites, les tabous, l'art, les croyances, etc. Le manque de documentation relative aux premiers âges de l'humanité rend parfois hasardeuses certaines déductions de l'auteur. Si maintes de ses assertions spéculatives n'entraîneront pas facilement la conviction, son livre, éminemment philosophique, soulève des questions passionnantes, susceptibles de provoquer de fructueuses discussions.

E. Altenburg. — *Genetics*. Édition revue. 496 p., 181 fig. Constable and Co., London, 1957. Prix : 42 s. 6 d.

Il s'agit de l'édition britannique, entièrement revue et remaniée, de l'excellent traité de génétique qu'Edgar Altenburg fit paraître aux États-Unis en 1945. Le texte fait la matière d'un cours destiné à des étudiants qui ont déjà suivi une année de biologie. L'éloge de l'ouvrage sous revue n'est plus à faire. Disons simplement qu'on y trouvera des chapitres neufs sur la détermination du sexe, les cartes chromosomiques, les groupes sanguins, le déclenchement artificiel des mutations, la génétique biochimique, la génétique des bactéries, des levures et des virus, le problème de l'hérédité cytoplasmique, l'hérédité et le milieu chez l'homme, la génétique des populations.

Baldwin. — *Dynamic aspects of biochemistry*. 3e édition. XX-526 p., 39 fig. At the University Press, Cambridge, 1957. Prix : 37 s. 6 d.

La troisième édition du traité qu'Ernest Baldwin, professeur de biochimie à

l'Université de Londres, a consacré aux aspects physiologiques de la science qu'il enseigne, est divisé en deux grandes parties : la première traite des enzymes, la seconde, du métabolisme. La matière a été soigneusement revue et les acquisitions récentes sur la synthèse des purines, des pyrimidines et des phospholipides, sur le métabolisme des graisses et sur les méthodes de recherches faisant appel aux isotopes ont été incorporées au texte. L'auteur n'a pas voulu égarer le lecteur dans une kyrielle de détails ; il a plutôt voulu porter à sa connaissance — et c'est très bien ainsi — des vues générales.

The Agricultural Register. New series. — *Changes in the economic pattern 1956-1957* (Changements dans les faits économiques 1956-1957). 234 p. Agricultural Economics Research Institute, University of Oxford, 1957. Prix : 21 s.

Le présent livre expose et commente les changements qui se sont produits dans l'agriculture britannique au cours de l'exercice 1956-1957. Ses données permettront de juger et de discuter la politique agraire du gouvernement. Il traite, entre autres, du marché et des prix, du commerce international, de la main-d'œuvre agricole, du capital foncier ainsi que des questions économiques relatives à la production et aux salaires agricoles dans le Royaume-Uni.

† J. C. Drummond and Anne Wilbraham. — *The Englishman's food. A history of five centuries of English diet* (La nourriture des Britanniques. Cinq siècles d'alimentation anglaise). Deuxième édition revue. 482 p., 8 planches hors texte. Jonathan Cape, London, 1958. Prix : 36 s.

Cette seconde édition revue de l'ouvrage remarquable que le regretté J. C. Drummond avait consacré, en 1939, à cinq siècles d'alimentation britannique, vient de sortir de presse avec une préface de Norman C. Wright et des modifications de miss Dorothy Hollingsworth. Les agronomes trouveront particulièrement attachants les chapitres qui ont trait à l'essor de l'agriculture britannique, à la révolution agraire, aux actes d'enclosure, à l'introduction de nouvelles cultures et de nouvelles techniques qui ont eu lieu au XVIII^e siècle, à la situation misérable de l'agriculture, à la croissance du paupérisme, aux disettes alimentaires, à l'abrogation des lois frumentaires, aux nouvelles techniques de mouture, à la désertion des campagnes qui ont caractérisé le XIX^e siècle. Nous assistons aux débuts de l'agriculture, aux prémices de la science de la nutrition et à l'affirmation de celle-ci au XX^e siècle. La documentation du présent livre est sûre ; le style en est nerveux et teinté d'humour. Lisez-le et vous ne regretterez plus le « bon vieux temps ».

R. Georlette.

REVUE DES PÉRIODIQUES BELGES

Detroux, L., Dermine, E. et Monin, A. *Essai de désherbage chimique en culture fruitière.* Revue de l'Agriculture, 11^e année, n° 2, p. 229-247, février 1958.

Les auteurs relèvent, dans la littérature internationale, quelques étapes du désherbage par voie chimique au pied des arbres fruitiers. Ils relatent les essais, qu'ils ont réalisés à la Station fruitière et maraîchère de Grand-Manil en vue de

maintenir le sol propre, au moyen des herbicides, pendant la première partie de la saison de croissance, et d'y implanter ensuite, après un travail superficiel du sol, une culture temporaire de couverture. Deux herbicides se dégagent de la gamme des produits essayés : le simazin à 2 kg /ha et la solution huileuse de DNOC à 50 litres /ha.

GERLAXHE, S. et CASIMIR, J. *Séparation par chromatoélectrorhéophorèse sur papier du saccharose, du glucose, du fructose et du sorbitol.* Bull. Inst. Agr. et St. Rech. Gembloux, t. XXV, nos 3-4, p. 265-268, 1957.

La séparation du saccharose, du glucose, du fructose et du sorbitol a été faite par chromatoélectrorhéophorèse sur papier ; le mélange benzène-butanol-pyridine-eau 1-5-3-3 a été utilisé pour la chromatographie ; un tampon boraté à pH = 7 ou 7,5 est intervenu dans l'électrorhéophorèse. Les auteurs commentent les résultats de ces deux techniques combinées.

HANOTIAUX, G. *Contribution à l'étude physico-chimique et pédogénétique de sols bruns acides et formations voisines de l'Ardenne belge.* Bull. Inst. Agr. et St. Rech. Gembloux, t. XXV, nos 3-4, p. 269-296, 1957.

L'étude minéralogique, chimique et physico-chimique a porté sur les principaux profils pédologiques observés sur le plateau de Saint-Hubert, domaine de Saint-Michel. Dans ces sols très acides, le fer apparaît comme l'élément susceptible de caractériser les processus pédogénétiques et le mode d'action des différents types d'humus.

JAMOTTE, P. et PIRAUX, E. *Indices de réfraction et caractéristiques de consistance des beurres belges.* Bull. Inst. Agr. et St. Rech. Gembloux, t. XXV, nos 3-4, p. 297-328, 1957.

Les indices de réfraction et les caractéristiques de consistance ont été déterminés, de 1952 à 1956, sur quelque 7.000 échantillons de beurres belges. Les auteurs définissent des normes de consistance et rendent compte de la valeur pratique de celles-ci.

Exposé de M. René Lefebvre, ministre de l'Agriculture. Bull. Inst. Prov. de Coop. Agricole, Liège, no 29, p. 15-43, mars 1958.

Dans l'Exposé qu'il a fait lors de la 8e Journée annuelle d'Étude que l'Institut provincial de Coopération agricole avait organisée à Liège le 9 décembre 1957, le ministre de l'Agriculture a fait un tour d'horizon sur la situation présente de l'agriculture en Belgique et il a envisagé certaines perspectives d'avenir.

VERFAILLE, CH. *Le crédit à la disposition des agriculteurs et des sociétés coopératives.* Bull. Inst. Prov. de Coop. Agricole, Liège, no 29, p. 44-62, mars 1958.

L'auteur commente les principes qui régissent le crédit dispensé aux agriculteurs et aux sociétés coopératives. Il envisage plus spécialement les crédits à taux réduits dont il n'est qu'un partisan assez modéré. Il expose les diverses conditions mises à l'octroi de crédits spéciaux en faveur de certaines sociétés coopératives.

L'économie forestière dans le monde. Bull. Soc. roy. forest. Belgique, 65e année, no 4, p. 217-312, avril 1958.

Le quatrième fascicule du volume spécial que la Société Royale Forestière de Belgique a décidé de consacrer à l'économie forestière dans le monde, contient deux articles du plus haut intérêt : *La foresterie en Grande-Bretagne*, par Sir Henry Beresford-Pierse (étude traduite de l'anglais en français par P. Gathy) et *Foresterie norvégienne*, par Toralf Austin.

L'agriculture, l'élevage, la forêt, la chasse, la pêche du Congo belge et du Ruanda-Urundi à l'Exposition universelle et internationale de Bruxelles 1958. Bull. Agric. Congo belge, vol. XLIX, n° 2, 111 p., avril 1958.

Les aspects particuliers de l'agriculture, de l'élevage, de la forêt, de la chasse et de la pêche du Congo belge et du Ruanda-Urundi sont excellemment soulignés à l'Exposition universelle et internationale de Bruxelles. Tant dans le domaine de l'agriculture que dans celui de l'élevage, l'accent a été mis sur la recherche agronomique et sur les réalisations de l'I.N.É.A.C. Dans le pavillon de la faune sont présentés les biotopes caractéristiques de l'Afrique centrale avec leurs principaux animaux. Cette magnifique participation donne une idée de l'œuvre grandiose accomplie par la Belgique au Congo et au Ruanda-Urundi.

Bernard, J. *Recherches sur les plantes hôtes d'une souche de Ditylenchus dipsaci* Kuhn *provenant de l'avoine.* Parasitica, t. XIV, n° 1, p. 17-27, 1958.

L'auteur a entrepris l'étude de la polyphagie de la forme de *Ditylenchus dipsaci* qui affectait l'avoine d'un champ du Hainaut. En dehors de l'avoine — et d'elle seule parmi les céréales — la forme observée cause des dégâts importants chez le pois, le haricot, le navet et le radis. Il est malaisé de l'assimiler à la souche de *D. dipsaci* appartenant à la « race de l'avoine » ; il s'agit plutôt d'une forme de cette espèce susceptible d'attaquer cette plante dans des circonstances particulières.

Rigot, N. *Une variété belge de pomme de terre : Electre.* Revue de l'Agriculture, 11e année, n° 3, p. 333-345, mars 1958,

La variété de pomme de terre *Electre* est issue d'un croisement *Eigenheimer* × *Aquila* effectué en 1946 à la Station de Recherches de l'État pour l'Amélioration de la culture de la pomme de terre, à Libramont. N. Rigot décrit cette obtention belge et rapporte quelques données expérimentales dont elle a été l'objet. A ses qualités de productivité, à son excellente valeur culinaire, à sa conservation aisée, *Electre* joint une résistance remarquable aux maladies à virus.

Demortier, G. et Droeven, G. *Les résines synthétiques et l'amélioration de la structure des sols. Quelques résultats complémentaires.* Revue de l'Agriculture, 11e année, n° 3, p. 347-353, mars 1958.

Avec le présent article, les auteurs complètent les données des études sur les « conditionneurs de sols » qu'ils firent paraître antérieurement dans la « Revue de l'Agriculture ». Ils donnent les résultats d'essais récents qu'ils ont réalisés avec certaines résines synthétiques : le Krilium, l'Aglusol, le Poly-ack. Ils examinent leur mode d'action, leur efficacité sur l'amélioration de la structure des terres et leur influence sur les rendements des cultures.

PIERSON, C. *Quelques considérations sur la culture du sorgho au Ruanda-Urundi.* Bull. Agric. Congo Belge, vol. XLIX, n° 2, p. 397-419, avril 1958.

Cette note résume les principales observations faites jusqu'ici à la Station de Rubona, en ce qui concerne la description des variétés locales de sorgho, leur écologie, leurs critères végétatifs, technologiques et organoleptiques, leur culture, leurs usages et leurs principaux parasites.

PIERQUIN, L. et NIEMEGEERS, K. *Tables dichotomiques pour l'identification des tiques adultes du Congo belge et Ruanda-Urundi.* Bull. Agric. Congo Belge, vol. XLIX, n° 2, p. 421-460, avril 1958.

Les auteurs se sont appliqués à trouver des caractères permettant d'identifier, dans les deux sexes, les espèces de tiques qui ont été signalées à ce jour au Congo belge et au Ruanda-Urundi. Ils ont joint à leur travail un vocabulaire succinct des termes employés. Des planches reprenant des dessins schématiques des espèces les plus communes illustrent suggestivement le texte.

HATERT, J. *Premières observations sur le système radiculaire du caféier Robusta.* Bull. Agric. Congo Belge, vol. XLIX, n° 2, p. 461-482, avril 1958.

Les observations ont porté sur l'enracinement de 130 caféiers Robusta. Après avoir exposé sa méthode de travail, l'auteur décrit l'évolution de l'appareil radiculaire typique en fonction de l'âge de plantation. Il traite ensuite de l'influence du mode de plantation, de la couverture, de l'écartement et de la fumure sur l'enracinement du caféier.

R. GEORLETTE.

Société des Mines et Fonderies de Zinc de la VIEILLE-MONTAGNE

SOCIÉTÉ ANONYME

Direction Générale : ANGLEUR. - Tél. : Liège 65.00.00

Telex : Liège n° 256

ARSENIATE DE CHAUX MARQUE ARSCAL

ARSCAL H. 40

Utilisé sous forme de bouillies. Pouvoir normal de suspension dans l'eau garanti.

ARSCAL S. 13

Utilisé pour le poudrage à sec des feuilles en forêt ou en grande culture.
Adhérence au feuillage garantie.

DESTRUCTION DES INSECTES RONGEURS, DES CHENILLES ET PYRALES.

LUTTE CONTRE LE DORYPHORE.

SULFATE THALLEUX

Très grande toxicité pour destruction des rongeurs, fourmis et autres parasites de l'agriculture.

SULFATE DE CUIVRE

en cristaux.

Tous ces produits sont agréés et enregistrés par le Ministère de l'Agriculture.

DEPUIS 1877

...nous avons toujours été
au service de l'agriculture.

Plus que jamais nous voulons maintenir cette politique d'honnêteté et de compréhension.

A l'enseigne du **JUSTE PRIX**
nous avons déclenché notre
OPERATION SOLIDARITE

C'est pour vous, agriculteurs belges, l'assurance absolue d'obtenir toujours la qualité maximum pour **le prix le plus juste.**

USINES ÉDOUARD de SAINT-HUBERT

S. C.

— *Tracteurs et Outils adaptés*
— *Machines agricoles et motoculteurs*

Siège administratif :
276, Ch. de St-Trond, TIRLEMONT.
Tél. 827.72 (3 l.).

Siège social :
ORP-LE-GRAND.
Tél. 632.55 (3 l.).

TOUTES LES SEMENCES
POUR L'AGRICULTURE ET L'HORTICULTURE

PRODUCTION
IMPORTATION
EXPORTATION

Marque déposée

SOCIÉTÉ ANONYME BELGE DES SÉLECTIONS AGRICOLES

Usine de Triage : JODOIGNE — S.A.B.S.A. BELGIQUE — *Siège Commercial :* GEMBLOUX

LE SEUL ENGRAIS NITRIQUE
D'ORIGINE NATURELLE

Le Nitrate de Soude du Chili

(Nitrate de sodium - 16 % d'azote nitrique)

EST EMPLOYE DANS LE MONDE ENTIER
ET CONVIENT A TOUTES LES CULTURES.

Pour tous renseignements, s'adresser à la

SOCIÉTÉ COMMERCIALE
DES NITRATES DU CHILI, S. A.

Lange Clarenstraat, 23, ANVERS

PRODUITS PHYTO PHARMACEUTIQUES

pour pulvérisation et poudrage

INSECTICIDES

à base d'arséniates, de DDT, de HCH, etc...

FONGICIDES

à base de cuivre, de soufre, etc.

HERBICIDES

à base de colorants, de 2.4 D, et de M. C. P. A.

HORMONES VÉGÉTALES

Rootone, Transplantone, Fruitone

SOCIÉTÉ BELGE DE L'AZOTE ET DES PRODUITS CHIMIQUES DU MARLY

AGRIPHAR

4, Boulevard Piercot, LIEGE

Tél. : 23.79.80/88/89.

Pour vos besoins en POMPES
choisissez parmi la gamme ACEC!

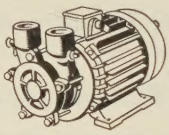
vous en retirerez plus de satisfaction.

Quel que soit le problème qui vous occupe, ACEC est à même de vous offrir, parmi une gamme très étendue, le type de pompe ou d'appareillage le mieux approprié à vos besoins.

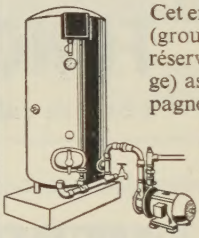
En voici 3 exemples :

1 POMPE PRIOR AM

Pompe centrifuge auto-amorçante, sans boîte à bourrage. Outre les applications courantes, elle est spécialement utilisée pour déplacer de la bière ou du vin, pour saturer l'eau gazeuze et pour l'équipement des camions citernes. Moteur mono ou triphasé.

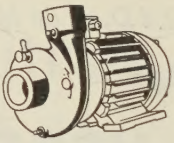


2 ENSEMBLE HYDROPRIOR



Cet ensemble complet (groupe moto-pompe, réservoir, appareillage) assure, à la campagne comme à la ville, une distribution indépendante d'eau courante sous pression.

3 GROUPE PRIOR CENTRI M



Pompe centrifuge monobloc, à une roue centrifuge, sans boîte à bourrage, pour tous débits et pressions.

Quelle que soit la pompe dont vous avez besoin, demandez dès aujourd'hui au Service **ACEC-POMPES** *une documentation détaillée, il se fera un plaisir de vous l'adresser gratuitement.*

ACEC

ATELIERS DE CONSTRUCTIONS ELECTRIQUES DE CHARLEROI

BON pour une documentation gratuite illustrée ACEC-POMPES à découper (ou recopier) et à retourner à ACEC, VPV, Dépt Charleroi.

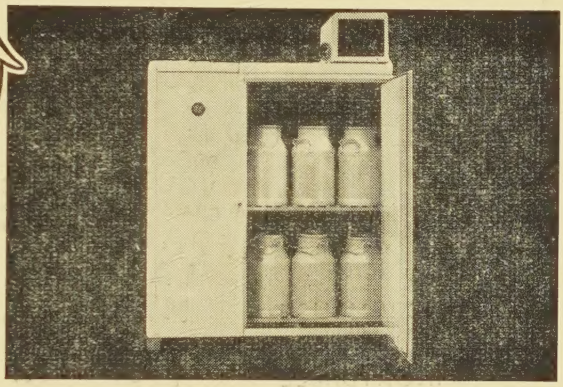
Nom .....

Profession .....

Adresse .....

PRODUISEZ un lait de qualité avec LE FRIGO LAITIER

FN



Il possède à un haut degré les qualités suivantes :

- Isolation parfaite ;
- Inaltérabilité des matériaux
- Grande contenance : Armoire de 950 litres ;
- Robustesse ;
- Économie ;
- Sécurité.

Réfrigération instantanée du lait par refroidisseur à plaque.

DÉLAI DE LIVRAISON TRÈS COURT.

LA CRUCHE A LAIT F. N.
en alliage d'aluminium traité sans soudure, se présente sous la forme bouteille : ni arête rugueuse, ni angle vif. Nettoyage aisé.

UN PRODUIT F.N., C'EST UNE GARANTIE

DOCUMENTEZ-VOUS AUPRÈS DE L'AGENT F. N. DE VOTRE RÉGION ET VOUS SEREZ CONVAINCU.

UNE DOCUMENTATION CIRCONSTANCIÉE VOUS PARVIENDRA GRATUITEMENT SUR SIMPLE DEMANDE A L'USINE.

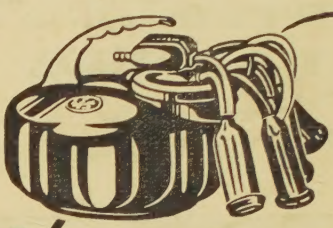
MACHINES A TRAIRE – STALLES DE TRAITE – CLOTURES ÉLECTRIQUES – FRIGOS BEURRIERS – POUSSETTES A BEURRE MONTCHENIN – TONDEUSES POUR LE BÉTAIL. DÉTERGENT R. L. pour tous nettoyages.

DEPARTEMENT MATERIEL AGRICOLE

FABRIQUE NATIONALE D'ARMES DE GUERRE, S. A. HERSTAL

EXPOSITION 1958

Voyez nos stands au HALL DU MARCHAND RÉPARATEUR à LA FERME



TRAYEUSE BELGE SURGE-MÉLOTTE ORIGINALE

ÉCRÉMEUSE MÉLOTTE TOUT ACIER INOXYDABLE

PROGRÈS CONSTANTS

PROFITEZ DONC VOUS AUSSI DES GRANDS AVANTAGES DES

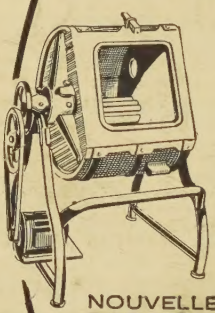
APPAREILS DE LAITERIE MÉLOTTE

QUI VOUS ASSURERONT

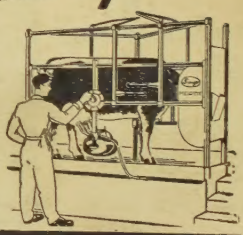
ÉCONOMIE CONFORT SÉCURITÉ

FORG-

LE NOMBRE IMPRESSIONNANT D'APPAREILS MÉLOTTE EN USAGE DANS LES FERMES EST LA MEILLEURE PREUVE DE LEUR GRANDE SUPÉRIORITÉ



NOUVELLE BARATTE-MALAXEUR MÉLOTTE



STALLE DE TRAITE A POSTE FIXE

ÉCRÉMEUSES **MÉLOTTE** S.A. REMICOURT BELGIQUE

ÉDITIONS J. DUCULOT, S. A., GEMBLOUX. *(Imprimé en Belgique).*